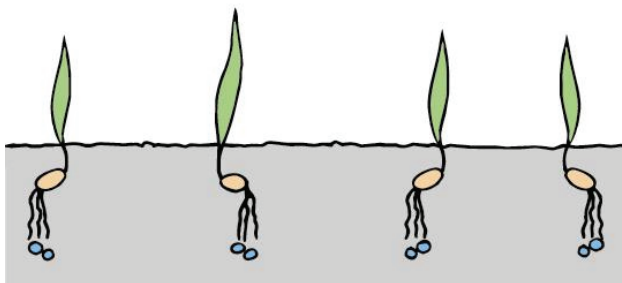


Kombisådd utan separata gödselbillar

Combi drilling without separate fertilizer coulters

Lena Haby



Examensarbete inom mark/växtagronomprogrammet

SLU Alnarp
Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik

Rapport 2006:1
Report

Swedish University of Agricultural Sciences
Dept of Landscape Management and Horticultural Technology

ISSN 1652-1552

I denna serie publiceras rapporter från Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik vid SLU Alnarp.

This is a publication from the Department of Landscape Management and Horticultural Technology at the Swedish University of Agricultural Sciences in Alnarp.

En lista på publicerade rapporter i serien finns på institutionens hemsida med adressen www.lt.slu.se

The issues in this series of publications are listed at the homepage www.lt.slu.se.

Lena Haby har skrivit detta examensarbete som avslutning på sin utbildning till mark/växtagronom.

Detta examensarbete är utfört vid Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik, SLU Alnarp. Arbetet är utfört som ett led i mark/växtagronomprogrammet. Författaren svarar själv för framförda åsikter, slutsatser och resultat.

Förord

Detta arbete är skrivet som ett 20 poängs examensarbete i biologi inom mark/växt agronomprogrammet. Idén till examensarbetet kom ifrån handledaren Sven-Erik Svensson vid Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik, SLU Alnarp. Fältförsöken har möjliggjorts genom finansiering via Partnerskap Alnarp och AGCO, samt att AGCO lånade ut en fabriksny Tume Nova Combi.

Examinator för arbetet har varit Gunnar Svensson vid Institutionen för växtvetenskap, SLU Alnarp.

Ett stort tack till Johan Nilsson vid Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik som fungerat som en extra handledare samt till Jan-Eric Englund vid samma institution som bidragit med statistisk bearbetning. Johan Arvidsson vid Institutionen för markvetenskap, Ultuna har bidragit med synpunkter och extra handledning av arbetet. Tack också till Bertil Christensson, försökstekniker vid SLU Alnarp, som hjälpt till med försöket. Vidare vill jag tacka Leif Bengtsson, Alnarps egendom, Jonas Magnusson, Ystad, Per-Olof Landgren, Vellinge samt Johan Persson som ställt upp för intervju om sina erfarenheter som användare av Tume Nova Combi.

Slutligen ett enormt stort tack till Åke Huhtapalo, f.d. forskare inom jordbearbetning och även kombisåddens fader i Sverige, som enbart p.g.a. sitt stora intresse för ämnet bidragit med praktisk handledning samt delat med sig av sin stora kunskap.

Alnarp den 10 december 2005
Lena Haby

Sammanfattning

Kombisådd av vårspannmål ökar mer och mer i södra Sverige. Därför är det intressant att undersöka om ny kombisåteknik som dyker upp på marknaden är lika bra som mer traditionell kombisåteknik. Detta examensarbete består av en litteraturpresentation om gödselplacering samt ett fältförsök som jämför sådd av malkorn med separata gödsel- och utsädesbillar med sådd med kombinerade billar. I jämförelsen tas hänsyn både till avkastning samt kvalitet. Tre lantbrukare som har erfarenhet av sådd med kombinerade billar intervjuades också.

När gödsel placeras nära eller tillsammans med utsädet finns det en stor risk att utsädet eller plantorna skadas av salter från gödningen. Dessa skador orsakas framför allt av kväve och kalium, men risken beror på olika faktorer som markfuktighet, gödseltyp, organiskt material i marken m.m. Korn och havre anses inte vara särskilt känsliga mot höga saltkoncentrationer medan raps är extremt känslig.

Växternas fosforupptag gynnas ofta av en placering nära rötterna eftersom fosfor är relativt immobilt i marken. Detta gäller framför allt då rottillväxten tidigt på våren är långsam, när marken är kall samt när markens växttillgängliga fosfor är lågt.

Fältförsöket visade att det är en signifikant skillnad i avkastning mellan sådd med separata gödsel- och utsädesbillar (Väderstad Rapid C användes) och gemensamma billar (Tume Nova Combi användes). Det var även en signifikant skillnad mellan maskinerna när utsädesmängden ökades med 25 % för Tume Nova Combi. Tume Nova Combi visade också ett signifikant lägre plantantal än Väderstad Rapid C efter uppkomst. Fältförsöken visar också att när jorden blev våt efter sådd, uppstod inga saltskador för Tume Nova Combi, eftersom det inte fanns någon reduktion i antalet uppkomna plantor jämfört med ogödslade kontrollrutor.

Sammanfattningen av detta examensarbete är att sådd med kombinerade billar utgör en större risk för att saltskador ska uppstå på grödan om det är en torrt vår och om stora konstgödselgivor läggs vid sådden. Genom att placera gödseln en bit bort från utsädet, som med konventionella kombisåmaskiner, så undviks risken för saltskador.

Litteraturstudier samt försök i västra Sverige med sammyllning och kombisådd tyder på att en lägre NPK giva vid sådden, i kombination med mer kväve och eventuellt även kalium efter uppkomst, kan vara en framkomlig väg för att lyckas med kombisådd med kombinerade billar. Dvs. delade givor är en bra väg till högre skörd.

Nyckelord: Gödselplacering, kombisådd, sammyllning, saltskador, skörd.

Summary

Combi drilling of spring sown cereal crops in southern Sweden increases more and more. Therefore it is interesting to find out if new combi drilling techniques that appear on the market are as good as more traditional combi drilling techniques. This thesis consist of a literature presentation concerning fertilizer placement and a field trial comparing combi drilling of malting barley with separate fertilizer and seeding coulters vs. combined coulters. The comparison takes both yield and quality into account. Three farmers that have experience in sowing with combined coulters were also interviewed.

When fertilizer is placed near or together with the seed there is a large risk that the seed or plants will be damaged by the salts from the fertilizer. These damages are especially caused by nitrogen and potassium, but the risk depends on different factors like moisture content of the soil, the type of fertilizer, soil organic matter and others. Barley and oats are considered to not be very sensitive toward high salt concentrations whereas rapeseed is extremely sensitive.

The uptake of phosphorous by plants is often favored by a placement close to the roots as phosphorous is rather immobile in the soil. This is the case especially when root growth is slow early in the spring, when the soil is cold and when the content of plant available phosphorous in the soil is low.

The field trial showed that there is a significant difference in yield between sowing with separate fertilizer and seeding coulters (using the machine Väderstad Rapid C) and combined coulters (using Tume Nova Combi). There was even a significant difference between the machines when the seed rate was increased by 25 % for Tume Nova Combi. Tume Nova Combi also showed significantly lower plant densities than Väderstad Rapid C after emergence. The trials also shows that when the soil got wet after sowing, no salt injuries occurred for Tume Nova Combi, as there were no reduction in the number of emerged plants compared with unfertilized control plots.

The conclusion of this thesis is that sowing with combined coulters exceeds a large risk of causing salt injuries of the crop if it is a dry spring and if a large amount of fertilizer is added at sowing. By placing the fertilizer some distance away from the seed, as with conventional combi drilling machines, the risk of getting salt injuries is avoided.

The literature review as well as trials in western Sweden shows that a lower amount of NPK at sowing, in combination with more nitrogen and maybe even potassium after emergence, can be a successful way for combi drilling with combined coulters. This means that split fertilizer rates is a successful solution to get higher yields.

Key words: Fertilizer placement, combi drilling, pop-up placement, salt injuries, yield.

Innehåll

1	INLEDNING	1
1.1	BAKGRUND	1
1.2	SYFTE	2
1.3	FRÅGESTÄLLNINGAR ATT BESVARA	2
1.4	AVGRÄNSNINGAR	2
1.5	MATERIAL OCH METODER	2
2	GÖDSELPLACERING OCH DESS VERKAN FÖR OLIKA NÄRINGSÄMNEN	3
2.1	VARFÖR SKA MAN PLACERA GÖDSELN?	3
2.2	OLIKA ÄMNENS VERKAN I MARKEN	3
2.3	SAMVERKAN MELLAN N OCH P	6
3	ROTUTVECKLING	7
3.1	UTVECKLINGSFÖRLOPPET FÖR SPANNMÅL	7
3.2	ROTUTVECKLING RUNT GÖDSELSTRÄNGAR	7
3.3	SALTSKADOR	8
3.4	SALTINDEX	9
3.5	VAR PLACERAS GÖDSELN BÄST?	11
4	OLIKA GÖDSLINGSMETODER	13
4.1	GÖDSLINGSMETODER	13
5	RESULTAT FRÅN RADMYLLNINGSFÖRSÖK	16
5.1	GÖDSLINGSEFFEKTER	16
5.2	RADMYLLNING JÄMFÖRT MED BREDSPRIDNING	16
5.3	FAKTORER SOM PÅVERKAR RADGÖDSLINGSEFFEKTEN	17
5.4	FÖRDELAR MED RADMYLLNING	18
5.5	NACKDELAR MED RADMYLLNING	19
5.6	RADMYLLNING OCH BEVATTNING	19
6	RESULTAT FRÅN FÖRSÖK MED KONVENTIONELL KOMBISÅDD	20
6.1	SKÖRDEÖKNINGAR	20
6.2	FÖRSÖK MED TESTKOMBISÅMASKIN ÅR 1967-1970	20
6.3	EN KONVENTIONELL KOMBISÅMASKINS PÅVERKAN PÅ SÅBÄDDEN	21
6.4	KRAV PÅ KOMBISÅMASKINEN	22
6.5	VAL AV GÖDSELMEDEL	22
6.6	FÖR- OCH NACKDELAR MED KOMBISÅDD	23
7	RESULTAT FRÅN FÖRSÖK MED SAMMYLLNING	24
7.1	SAMMYLLNING	24
7.2	FINSKA FÖRSÖK MED SAMMYLLNING	24
8	MATERIAL OCH METODER	28
8.1	TUME NOVA COMBI	28
8.2	SÅDD	29
8.3	SÅBÄDDSUNDERSÖKNING OCH SÅDJUP	31
8.4	UPPKOMST	31
8.5	ROTSTUDIE	31

8.6	PLANTGRADERING.....	32
8.7	AXRÄKNING	32
8.8	SKÖRD.....	32
9	RESULTAT	34
9.1	SÅDD.....	34
9.2	SÅBÄDDSUNDERSÖKNING OCH SÅDJUP.....	35
9.3	UPPKOMST	36
9.4	PLANTGRADERING.....	42
9.5	AXRÄKNING	44
9.6	SKÖRD.....	45
10	SAMMANFATTNING AV INTERVJUSTUDIE.....	49
10.1	METOD.....	49
10.2	GRÖDOR OCH AREAL SÅMASKINEN ANVÄNTS TILL	49
10.3	GÖDNINGENS PLACERING I FÖRHÅLLANDE TILL UTSÅDET	49
10.4	SÅRESULTATET JÄMFÖRT MED GRANNAR SAMT FÖREGÅENDE SÅMASKIN	50
10.5	AVKASTNINGSFÖRÄNDRINGAR MOT FÖREGÅENDE SÅMASKIN.....	50
10.6	SKILLNADER I UPPKOMST VID REGN JÄMFÖRT MED TORRVÅDER EFTER SÅDD	50
10.7	UTSÄDESMÄNGD OCH GÖDSELSTRATEGI	50
10.8	VALET AV SÅMASKIN	50
10.9	FÖRREDSKAP.....	51
10.10	JORDARTER OCH BEARBETNING.....	51
10.11	EFFEKTBEHOV	51
10.12	FÖR- OCH NACKDELAR MED TEKNIKEN	51
10.13	VAL AV SÅMASKIN VID ETT EVENTUELLT BYTE.....	52
10.14	ÖVRIGA KOMMENTARER	52
11	DISKUSSION	53
11.1	FÖRSLAG PÅ NYA FÖRSÖK INOM OMRÅDET.....	54
11.2	HUR FÖRSÖKET SKULLE KUNNA MODIFIERAS?	54
12	LITTERATURFÖRTECKNING	55
12.1	SKRIFTLIGA	55
12.2	INTERNET	56
12.3	MUNTLIGA	57
13	BILAGOR.....	59
13.1	BILAGA 1 - FRÅGOR TILL GÅRDSBESÖK	59
13.2	BILAGA 2 – PLANTGRADERING	60
13.3	BILAGA 3 - SKÖRDERESULTAT	62
13.4	BILAGA 4 - VÄDERDATA	63

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I England utvecklades under andra världskriget en teknik för kombinerad sådd och gödsling för stråsäd. Under kriget var så mycket folk inkallade till försvaret att det knappt fanns någon arbetskraft kvar på landsbygden. Genom kombinerad konstgödselspridning och sådd så kunde en person utföra samma jobb som två personer gjort tidigare. Än idag motiveras kombisådd med denna arbetsbesparing. 1978 utfördes mer än 90 % av sådden med kombisåmaskiner i England. I dessa kombisåmaskiner fanns en gemensam bill för konstgödsel och utsäde och man fick en sammyllning. Engelsmännen ansåg att kombisådden gav minst lika bra resultat som bredspridning före sådd. Att sammyllning kan fungera i England beror på att landet har ett ganska fuktigt klimat (Huhtapalo, 1978a).

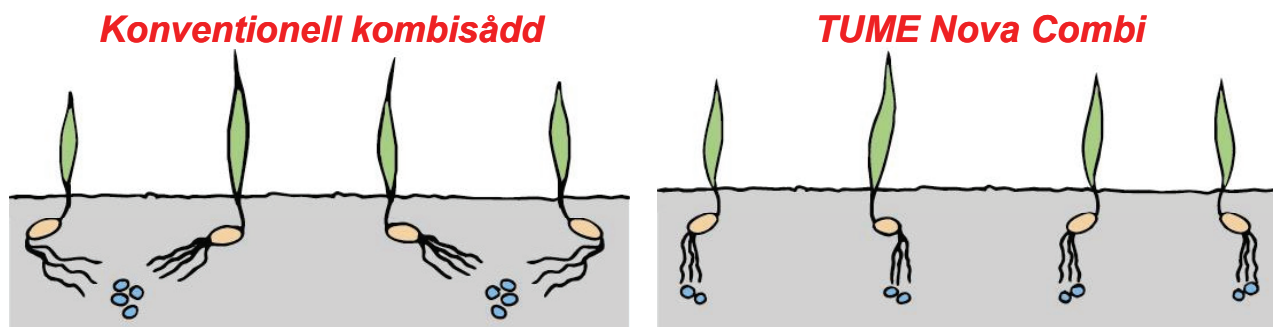
I Sverige började vi med kombisådd på 1950-talet (möjligen tidigare). Ett flertal såmaskiner kunde då utrustas med konstgödselspridare för bredspridning framför eller bakom såbillarna (Huhtapalo, 1978a). På Lantbrukshögskolan utvecklades under 1960-talet principer för kombisåmaskinen. 1968 kom de första serietillverkade kombisåmaskinerna i Sverige och 1975 fanns ca 4000 kombisåmaskiner i Sverige (Huhtapalo, 1975). 1983 var det ca 80 procent av bönderna i Mellansverige som kombisådde, medan det bara var ett fåtal i Skåne. Detta motsvarade uppskattningsvis 25 % av Sveriges åkermark (Johansson, 1983).

Etablering av vårsådda grödor genom kombisådd har under senare år börjat tillämpas i stor skala även i södra Sverige. Kombisådd leder förutom till arbetsrationalisering, genom färre överfarter på fältet, bland annat till bättre växtnäringensutnyttjande. Tidigare genomförda försök vid SLU, visar att bäst ”kombieffekt” uppnås vid myllning av kvävet ca 6 cm vid sidan om och minst 3 cm djupare än såraden (Figur 1) (Huhtapalo, 1969).

Exempel på ”traditionella” kombisåmaskiner är t.ex. Demeter Combi Jet från Överum och Rapid Combi från Väderstad (Emgardsson, 2005a). Väderstads Rapid C är den dominerande kombisåmaskinen på den svenska marknaden. Erfarenheterna från vårsådd med kombisåmaskiner i Sydsverige är goda, men dragkraftsbehovet är relativt stort vid kombisådden, eftersom maskinerna är utrustade både med konstgödsel- och såbillar. Detta leder till att relativt stora och tunga traktorer krävs för att dra kombisåmaskinerna, vilket leder till höga maskinkostnader samt en relativt hög dieselförbrukning per ha (Emgardsson, 2004a).

Sedan ett par år tillbaka finns den finska kombisåmaskinen Tume Nova Combi på den svenska marknaden. Denna maskin sår utsäde och gödning med en gemensam bill, men på två olika djup (Figur 1) och har enligt tillverkarna 30 % lägre dragkraftsbehov än ex. Väderstad Rapid C (Alaspää, muntlig, 2005). Utöver Tume Nova Combi finns det ett par finska sammyllande kombisåmaskiner, bland annat Vieskan Metalli VM 300 SK och Simulta Superseed 3000 Quattro, vilka lägger utsäde och konstgödsel tillsammans, med hjälp av en gemensam bill (Emgardsson, 2004b).

Tidigare försök med kombisådd visar att utsäde och konstgödsel inte skall ligga för nära varandra under torra förhållanden, men hur det fungerar i praktiken under sydsvenska förhållanden är inte tillräckligt undersökt. I Finland är sammyllning en populär metod (Emgardsson, 2004b). Fältförsöket i detta arbete är det första som utförts med Tume Nova Combi i Sverige. I Sydsverige finns ca fem maskiner i drift hos lantbrukare och entreprenörer.



Figur 1. Gödselplacering vid konventionell kombisådd (ex. med Väderstad Rapid C) samt med TumeNova C (TUME, 2004).

1.2 Syfte

Syftet med arbetet är att studera hur ”nygammal” teknik för kombisådd av vårsådda grödor med gemensamma utsädes- och konstgödselbilar påverkar skördens storlek och kvalitet i jämförelse med traditionella kombisåmaskiner.

1.3 Frågeställningar att besvara

Jämförelse mellan konventionell kombisådd och sådd med kombinerade utsädes- och konstgödselbilar:

Hur påverkas plantantalet vid uppkomst?

Hur påverkas rotutvecklingen?

Hur påverkas skördemängden vid olika gödsel- och utsädesmängder?

Hur påverkas skörde kvaliteten?

Påverkas skörden olika mycket i olika grödor?

1.4 Avgränsningar

Försöken låg på ett fält på Lönnstorps försöksgård, SLU Alnarp, och enbart malkorn av sorten Pasadena ingick i försöksserien. Endast ett års försök ingick. Endast två olika såmaskiner jämfördes (Tume Nova Combi 4000 och Väderstad Rapid RD 400C), med två olika utsädesmängder samt två olika gödselnivåer. Endast ett gödselmedel (N27) ingick i försöket.

Tume Nova Combi finns med tre respektive fyra meters arbetsbredd, medan Väderstad Rapid tillverkas med tre, fyra, sex respektive åtta meters arbetsbredd. Fyra meters arbetsbredd är den vanligaste storleken på Tume Nova C och därför utfördes fältförsöket med fyra metersversionen av respektive såmaskin.

1.5 Material och metoder

Arbetet består av:

- I. en litteraturstudie rörande kombisådd och gödselplacering
- II. ett fältförsök
- III. intervjustudie med lantbrukare som har erfarenhet av Tume Nova Combi

I Litteraturgenomgång

2 Gödselplacering och dess verkan för olika näringsämnen

2.1 Varför ska man placera gödseln?

Med gödselplacering önskar man att maximera kontakten mellan rötterna och gödseln, speciellt under tidiga utvecklingsstadier, utan att för den delen orsaka uppkomst- eller etableringsproblem. För att optimera skörden vill man placera gödseln i det område som kommer att ha den största tätheten av fina rötter eller på en plats där gödseln kan röra sig till detta rotområde (Jones & Jacobsen, 2003). Placering av gödsel är minst effektivt på jordar med högt näringsinnehåll och mest effektivt för fosforgödselmedel på jordar med fosfatbrist (Simpson, 1986).

2.2 Olika ämnens verkan i marken

2.2.1 Kväve

I gödselmedel finns kvävet i form av ammonium, nitrat, urea (vilket snabbt omvandlas till ammonium i jorden) eller som en blandning av dessa. Mikroorganismer i jorden omvandlar ammonium till nitrat genom nitrifikation. Denna process går snabbare med en ökad jordtemperatur. Ammonium som lämnas på markytan kan lätt avgå och försvinna upp i atmosfären som ammoniak. Det är därför bra att få ner gödseln under markytan för att minska kväveförlusterna. Både nitrat och ammonium kan bindas till jordens organiska material genom immobilisering som utförs av mikroorganismer. Effektiviteten för kvävegödselmedel ökar vid placering i en myllad sträng. När kväve placeras i en sträng minskar man kontakten mellan gödsel och markens mikroorganismer, vilket minskar immobiliseringen (Grant *et al*, 2005). Eftersom gödselpartikeln är relativt liten reagerar den inte annorlunda med jorden vid placering i en myllad sträng jämfört med bredspridd gödsel. Däremot är rötterna närmre gödselpartiklarna vid placering i en myllad sträng jämfört med bredspridd gödsel, vilket resulterar i att rötterna hinner fram till gödselzonen och kan utnyttja denna innan immobiliseringen startar. För kväveupptag räcker det att en rot är nära gödseln medan gödselzonen måste genomvävas av en stor mängd rötter för att upptaget av fosfor ska bli effektivt. Därmed ger placering av gödsel i myllade rader en god starteffekt (Stoumann Jensen, muntlig, 2005). Nitrat är mer benäget att röra sig och utlakas under rotzonen än ammonium. Det kan också bli kväveförluster genom denitrifikation, då nitrat övergår till kväveoxider som sedan avgår till atmosfären. Vid gödselplacering bromsas hastigheten ner för övergång från urea till ammonium och från ammonium till nitrat. Detta kan minska förlusterna genom utlakning och denitrifikation (Grant *et al*, 2005).

Vinsterna med radmyllning beror på omgivningsfaktorer. Den störning av jorden som sker vid myllning kan leda till förluster av fukt och en sämre såbäddskvalitet, vilket kan ge en minskad skörd. På Nordamerikas prärie är kvävegivan som krävs för att ge optimal skörd i

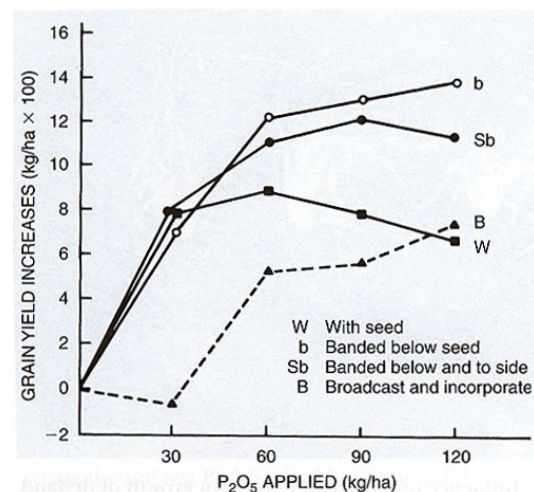
många av de torrare områdena relativt låg och där är kanske kväveplacering tillsammans med kärnan det bästa alternativet (Grant *et al*, 2005).

Kväve kan röra sig från gödselsträngen relativt snabbt om jorden är tillräckligt fuktig. Därför är det inte alls lika viktigt med en exakt placering som för fosfor. Generellt sett är det ingen eller mycket liten fördel med att sidoplacera kväve med stor precision jämfört med att enbart mylla gödseln djupt, en bit bort från utsädesraden. Kväve placerat tillsammans med utsädet, vid sidan om utsädet eller myllat före sådd ger samma effekt så länge gödselnivåerna för myllning tillsammans med kärnan inte är så höga att de kan skada grodden. När gödselgivor används som överskrider denna skadliga nivå, så minskar avkastningen då gödsel myllats tillsammans med kärnan i jämförelse med avkastningen då gödsel myllas före sådd eller vid sidan om utsädesraden. Hur mycket kväve man kan lägga vid myllning tillsammans med utsädet utan att orsaka saltskador beror på en mängd olika faktorer, däribland jordart, grödans tillväxt och omgivningsfaktorer såsom markens fuktighet m.m. (Grant *et al*, 2005). Lätta jordar t.ex. sandjordar, eller jordar med lågt innehåll av organiskt material, har liten katjonbyteskapacitet. Därigenom sker inte någon nämnvärd bindning av saltjoner till markpartiklar och mull vilket skulle sänka jonstyrkan i markvätskan. Saltskador vid sammyllning undviks i stället genom att sänka gödselgivan. Givan bör även sänkas på jordar som innehåller mycket salter eller fritt kalk då dessa har en hög saltkoncentration redan före gödningen. Under kalla växtförhållanden är växten stressad och klarar saltstress sämre och vid låg fuktighet i jorden blir saltkoncentrationen av en given gödselmängd högre än vid högre fuktighet eftersom volymen vatten i marken är liten. Gödselgivan vid sammyllning bör därmed sänkas även vid dessa förhållanden såväl som vid stora radavstånd då gödselgivan i raden blir mycket hög (Grant *et al*, 2005; Stoumann Jensen, muntlig, 2005).

Småfröiga grödor som raps är mer känsliga för skador på groddarna än grödor som korn och vårve. Skadefrekvensen kan variera stort från år till år beroende på de specifika förhållandena vid sådd. Kvävegivor som inte gav några skador ett år kan därför orsaka stora skördesänkningar nästa år. I det långa loppet är det därför troligt att ett något konservativt förhållningssätt till sammyllning är mest ekonomiskt (Grant *et al*, 2005).

2.2.2 Fosfor

Vid placering av gödseln i rader så ökar tillgängligheten på fosfor samt avkastningen (Figur 2). Den allmänna förklaringen till detta fenomen är att med breddspridning så ökar kontakten mellan gödsel och jord, vilket leder till att mer fosfor fixeras och växttillgängligheten minskar (Havlin *et al*, 1999; Jones & Jacobsen, 2003; Grant *et al*, 2005; Gruvaeus, 2005). En studie med ”isotopmärkt” fosfor visar istället att radmyllad fosfor är mer effektiv än breddspridd p.g.a. att chansen ökar att aktiva rötter kommer i kontakt med fosfor. Dvs. det beror inte på en minskad fixering av fosfor p.g.a. en minskad jordkontakt. Studien föreslår också att fosfor hellre bör spridas inom rotzonen än i en smal rad (Jones & Jacobsen, 2003).



Figur 2. Effekt av olika placering av fosfor på kornskördar (Havlin, 1999).

Fosfor är relativt immobilt i jorden och stannar ofta kvar i närheten av den plats som det placerats på (Havlin *et al*, 1999; Jones & Jacobsen, 2003; Grant *et al*, 2005). Placering av fosfor nära rötterna är därför nästan alltid en fördel (Havlin *et al*, 1999). Eftersom fosfor är

immobilt i jorden bör det tillföras vid sådd eller alldeles före denna (Jones & Jacobsen, 2003). Ytplacering av fosfor efter sådd är av liten nytta för ettåriga växter under det år gödseln tillförs, eftersom fosfor då inte placeras nära zonen av rotaktivitet. Förmodligen binds fosfor nära markytan och transporteras inte ner till det aktiva växande rotsystemet (Havlin *et al*, 1999; Jones & Jacobsen, 2003). Ett undantag är dock övergödning (spridning av gödsel i växande gröda) med fosfor på vallar, där en del fosfor tas upp av växternas kronor (växtedel precis under markytan som förbinder rotsystemet med alla ovanjordiska växtdelar, se Figur 4) samt av väldigt grunda rötter. Övergödning anses här vara en effektiv gödslingsmetod. Till vallar som ligger på jordar med låga P- och K-innehåll kan det vara en fördel att placera gödseln i rader på ytan. I vallar som är under etablering är det oftast bättre att placera P och K i rader i marken eller på markytan jämfört med att bredsprida gödseln (Havlin *et al*, 1999).

På jordar med lågt P-innehåll så anses radmyllning till stråsäd ge dubbel effekt jämfört med bredspridning. Vid underhållsgödsling är skillnaden däremot obetydlig (Mattson, 1993). Skillnaden i effektivitet mellan utsädesplacering eller bredspridd fosfor minskar med ökande mängder tillgängligt fosfor i jorden, eftersom växten då får en högre andel av fosfor från jorden än från den tillsatta gödseln. Detta sker genom att gödsel nära utsädet delvis kan övervinna den långsamma fosfordiffusionen vid sådden. I kalla jordar vid vårsådd där växternas upptag är dåligt, kan det vara en fördel att placera fosfor med eller nära utsädet (Havlin *et al*, 1999; Jones & Jacobsen, 2003; Grant *et al*, 2005). På jordar som historiskt sett gödslats med fosfor och där jordens fosforinnehåll inte är extremt lågt, är det effektivt att placera fosforgödsel i en djup sträng tillsammans med kväve (Jones & Jacobsen, 2003; Grant *et al*, 2005). Forskning har visat att i Montana kan sammyllning av utsäde och fosfor öka skörden för både vår- och höstvet jämfört med djup radmyllning, även i jordar med högt fosforinnehåll (Jones & Jacobsen, 2003). Att lägga fosfor tillsammans med kväve är speciellt viktigt på jordar med högt pH. Kväve har en tendens att sänka pH-värdet i gödselsträngen vilket ökar lösligheten för fosfor. Fosfor blir därmed mer växttillgänglig. Fosforgödselmedel som läggs djupare än en tum (2,54 cm) ifrån utsädet utan kväve, används inte effektivt av grödan och detta rekommenderas inte i praktiken. På jordar med låga pH bildar fosfor svårslösliga föreningar med järn- och aluminiumoxider. På jordar med högt pH bildar fosfor svårslösliga föreningar med kalcium och magnesium. Dessa föreningar blir mindre växttillgängliga än gödselmedlet och med tiden minskar deras tillgänglighet ännu mera. Många växter kan öka sin rottillväxt då de träffar på en koncentrerad källa av näring. På så vis kan rötterna ta upp näring från gödselsträngen och effektiviteten i fosforutnyttjandet ökar. Eftersom fosfor inte rör sig genom marken måste det ha en sådan placering att rötterna kan absorbera det. Fosforgödselmedel används därför mest effektivt när det placeras i ett band nära utsädet. Detta är särskilt viktigt för grödor som har en dålig rotutveckling tidigt på växtsäsongen. Långsam rottillväxt i kombination med ett lågt fosforförråd i marken kan skapa allvarlig fosforstress tidigt på växtsäsongen. Detta beror på att växterna vid denna tid har ett stort fosforbehov och att de kan ta upp näring snabbare än jordens leveransförmåga (Grant *et al*, 2005). Ofta är fosforplacering till små frön mer kritiskt än till radsådda grödor och perenner (Havlin *et al*, 1999). När fosfor placeras tillsammans med småfröigt utsäde som raps så kan grodden skadas vid de höga fosforgivorna som krävs för att ge optimal skörd. I dessa fall är gödselplacering vid sidan om, fast nära utsädet, det bästa valet (Grant *et al*, 2005).

Effekten av radplacering jämfört med bredspridning ökar vid kortare odlingsårer, lägre temperaturer och vid odling av växter med begränsade rotsystem, speciellt på jordar med lågt fosforinnehåll. För höga fosforgivor på torra och/eller grovkorniga jordar, är det en fördel att placera fosfor en bit bort ifrån utsädet jämfört med tillsammans med utsädet. Anledningen till att effektiviteten av fosfor som placeras tillsammans med utsädet minskar vid höga fosforgivor i form av MAP (monoammoniumfosfat) eller DAP (diammoniumfosfat), beror förmodligen på toxiciteten av NH_4^+ (Havlin *et al*, 1999).

2.2.3 Kalium

Kaliumsalter är mobilare än H_2PO_4^- , men mycket mindre rörligt än NO_3^- (Havlin *et al*, 1999; Jones & Jacobsen, 2003). Kalium ska placeras vid sidan om och under utsädet, eftersom kalium är skadligt vid direktkontakt med utsädet. Vanligtvis är bredspridd kalium mindre effektivt än kalium som placeras i rader pga. fixering i marken. Skillnaden mellan dessa två metoder minskar dock med en ökad kaliumhalt i marken. Betydelsen av gödselplaceringen minskar också med en ökad gödselgiva (Havlin *et al*, 1999).

2.2.4 Svavel

Sulfat, vilket är den svavelform som används av växterna, är något mer mobilt än kväve. Därför förväntar man sig inga större effekter vid placering av lösligt svavel (ex. ammoniumsulfat, ammoniumtiosulfat och kaliummagnesiumsulfat) (Jones & Jacobsen, 2003; Gruvaeus, 2005). För mindre lösliga svavelkällor som gips och rent svavel, är dock placering och gödseltidpunkt av större betydelse. Man skulle kunna tänka sig att rent svavel var mer tillgängligt när det läggs på markytan än när det radmyllas, eftersom rent svavel kräver tillgång på syre för att övergå i en för växterna upptagbar form (Jones & Jacobsen, 2003).

2.2.5 Mikronäringsämnen

Metalliska mikronäringsämnen är mindre tillgängliga än fosfor och därför ger en placering nära fröet eller på bladen ett mycket större upptag och avkastningsrespons än bredspridning. Bor är mer rörligt än metalliska mikronäringsämnen, men trots detta är bladapplicering effektivare än bredspridning. Pga. sin toxicitet bör inte bor placeras med utsädet. Klor är det mest mobila näringsämnet, vilket medför att placering inte är viktigt förutom för att undvika dess negativa effekt på groningen (Jones & Jacobsen, 2003). Vid kombisådd med surgörande gödselmedel (ammoniumnitrat, urea, NPK m.fl.) minskar behovet av mangan gödsling genom att nitrifikationen av ammoniumkvävet snabbt bildar en sträng med lokalt låga pH-värden runt gödseln. Detta frigör mangan från marken. Sannolikt gynnas även övriga gödselmedel av den höga koncentrationen, samt av att rotsystemet intensivt förgrenas runt gödselsträngen (Gruvaeus, 2005).

2.3 Samverkan mellan N och P

Kvävet står för minst hälften av det totala jonupptaget hos växterna. Kväve gynnar fosforupptaget i växter genom att:

1. öka skott- och rottillväxten.
2. ändra växternas metabolism.
3. öka lösligheten samt tillgängligheten av fosfor.

Det ökade fosforupptaget i växten beror till stor del på den ökade rotmassan. NH_4^+ -gödselmedel stimulerar absorptionen mer än NO_3^- -gödselmedel. Fosforeffekten kan alltså öka genom att placera fosfor i närheten av NH_4^+ -kvävekällor. Tillförseln av N och P tillsammans behöver dock inte öka skörden på alla jordar (Havlin *et al*, 1999).

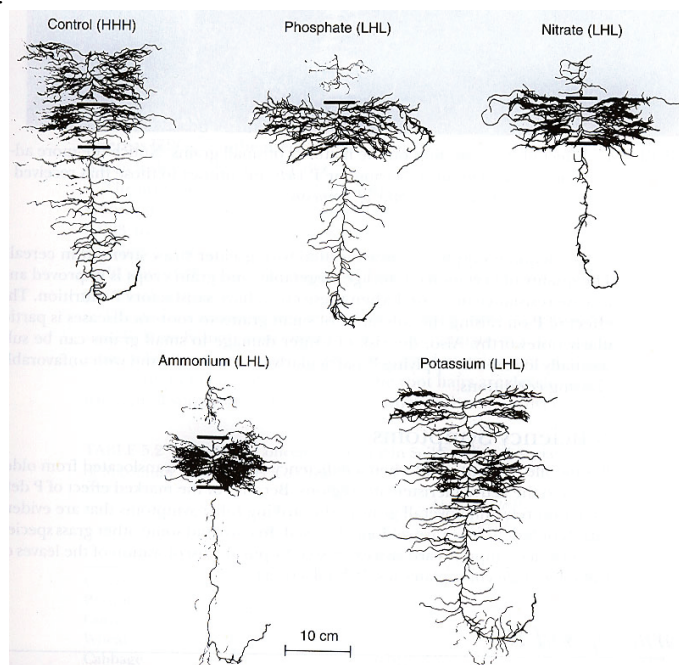
3 Rotutveckling

3.1 Utvecklingsförloppet för spannmål

Kort efter att en vetekärna har grott, utvecklas den första roten genom att sträcka sig rakt ner från kärnan och kort därefter utvecklas ett par frörötter som växer nästan horisontellt från kärnan. Frörötterna bildas från basen på huvudskottet. Ungefär vid tiden för fyrbladsstadiet börjar sidoskott bildas och samtidigt växer då kronrötter ut från basen av kronan. För vete är det normala antalet frörötter tre till sex, men både genetiska- och miljöfaktorer kan påverka antalet. Plantor som utvecklas i en dålig såbbädd eller från en dålig kärna får ofta färre frörötter. Före bestockningen är det frörötterna och deras sidogrenar som absorberar all den näring som plantan behöver. Frörötterna förgrenar sig redan innan bestockningen och om växten är stressad av låga näringsnivåer, rotsjukdomar eller av andra orsaker när bestockningen börjar, kan det hända att några av de tidigaste och mest produktiva sidoskotten inte utvecklas. Först när huvudskottet har fyra blad och ett sidoskott blir synligt från första bladets bladslida, börjar kronrötterna utvecklas. Varje sidoskott producerar kronrötter när de har ca tre blad. Dessa kronrötter ingår slutligen i massan av växtrötter och växer ner till 90-150 centimeters djup och i vissa fall ännu djupare. Kronrötterna kan utforska jorden mellan raderna ovanför sådjupet (Bauder, 2005).

3.2 Rotutveckling runt gödselsträngar

En god tillgång på fosfor ökar rottillväxten. Runt löslig fosfor som placerats i ett band, ökar rotmängden kraftigt i den delen av jorden. Liknande resultat har observerats för NO_3^- och NH_4^+ som placerats i ett band nära rötterna (se Figur 3). Genom att rotmassan kraftigt ökar förmodas detta gynna en kraftig exploatering av näring och fukt i de behandlade områdena (Havlin *et al*, 1999).



Figur 3. Rotutveckling vid en lokal tillförsel av fosfat, nitrat, ammonium och kalium. Kontrollplantor (HHH) fick den fullständiga näringslösningen till alla delar av rotsystemet. De andra plantorna (LHL) fick den fullständiga näringslösningen endast i mittenzonen. Toppen och botten fick tillsatser av en näringslösning som saknade det specifika näringsämnet (Havlin *et al*, 1999).

3.3 Saltskador

De flesta vattenlösliga gödselmedlen räknas kemiskt sett som salter (Simpson, 1986). Kontakt mellan groende utsäde eller rötter på unga plantor och överflödiga koncentrationer av lösliga salter, leder till skadliga effekter genom plasmolys, begränsning av fuktillgången eller faktisk toxicitet. *Gödselbrännskador* är ett uttryck som ofta används. Saltskador på grödor sker genom uttorkning av växtceller när koncentrationen av gödsel blir för hög i markvätskan eller i vätskor på växtdelar ovan markytan, i en process som kallas osmos. Vissningssymtom uppstår ofta och i allvarliga fall kan växterna dö (Havlin *et al*, 1999; Carrow, 2001). Marksalthet kan också, eller i stället för vattenobalans, leda till jonobalans som resulterar i en ökad energikonsumtion (kolhydratandning) för att underhålla de metaboliska processerna (Havlin *et al*, 1999). Vid osmos rör sig ett lösningsmedel (i växternas fall vatten) från en lösning med låg koncentration (i cellen) till en lösning med högre koncentration (markvätskan), över ett semipermeabelt membran. Transporten av lösningsmedel fortgår till dess att koncentrationen blivit lika på båda sidor om membranet. Vätskebristen får cellen att kollapsa, s.k. plasmolys (Havlin *et al*, 1999; Carrow, 2001). För att stoppa flödet genom membranet skulle man behöva ett mottryck, vilket kallas det osmotiska trycket. Det osmotiska trycket som finns i lösningen byggs upp av alla lösta ämnen i lösningen. Trycket beror på och är proportionellt mot antalet lösta molekyler per enhet volym (lösningens koncentration). Vilken sorts lösta molekyler det är i lösningen spelar således ingen roll, så länge den molara koncentrationen är den samma. Joner kan kortvarigt binda till varandra i lösningen genom elektrostatiske bindningar och därmed uppföra sig som en enkel partikel eller jonpar, vilket reducerar det osmotiska trycket under ett förutsett värde. Dessa bindningar mellan joner uppstår mera sällan med lågt laddade joner samt i lösningar med låg koncentration (Carrow, 2001).

Höga saltkoncentrationer kan leda till att groddplantor dör och mer utvecklade plantor skadas. Detta kan resultera i svaga bestånd, luckighet och en långsam start för grödan (Simpson, 1986; Carrow, 2001; Crozier & Hardy, 2005). Många gånger ser grödan frisk ut även fast den kraftigt bromsats i sin utveckling. Saltskador uppstår främst under de tidiga utvecklingsstadierna och kan i värsta fall sänka skörden (Simpson, 1986). Risken för uppkomstskador och avkastningsförluster ökar ju lägre såbäddens fuktighet är (Havlin *et al*, 1999; Carrow, 2001; Canola-councils hemsida, 2005; Crozier & Hardy, 2005). Den maximala kvävemängden som kan placeras nära utsädet utan att orsaka en reducerad groning och uppkomst är därför beroende av markens tillgängliga vattenhalt. Kvävegivan kan således tillåtas vara högre i en fuktig jord än i en torr (Havlin *et al*, 1999). Risken för saltskador är störst när vattenlösliga gödselmedel placeras i direkt kontakt med eller nära utsädet i en fuktig men snabbt upptorkande jord. Detta betyder att det finns tillräckligt med vatten för att lösa upp gödseln och lämna en mycket hög koncentration i rotzonen, men inte för att sprida ut det i jorden (Simpson, 1986; Crozier & Hardy, 2005). Kväve och kalium står för de mesta av dessa skador (Crozier & Hardy, 2005). Risken för uppkomstskador och avkastningsförluster ökar vid en grövre jordtextur. Sandjordar innebär en högre skaderisk än lerjordar. Skadorna orsakas av fri ammoniak (NH_3) (Canola-councils hemsida, 2005). Fri NH_3 är giftigt för växterna och kan fritt transporteras genom cellväggarna vilket inte NH_4^+ kan (Havlin *et al*, 1999). Lerjordar håller mer ammonium (NH_4^+) än ammoniak, vilket gör att skaderisken minskar här (Canola-councils hemsida, 2005). Sandjordar saknar denna förmåga då NH_4^+ binder till kolloider, som endast finns i finkorniga jordar (Husted, muntlig, 2005). Höga koncentrationer av NH_4^+ vid starten, med ursprung i ammoniakällor, ökar den osmotiska utsugningskraften (Havlin *et al*, 1999). Detta sker genom att NH_4^+ sänker aktiviteten i vattnet och vattnet sugs därmed ut ur plantan. Detta skapar osmotisk stress i plantan vilket ex. kan leda till Ca-brist pga. för låg vätsketransport i växten (Husted, muntlig, 2005). Fuktigheten i såbädden är mindre kritisk i jordar med fin textur och högre ureagivor kan därmed placeras i

närheten av utsädet än i jordar med grov textur (Havlin *et al*, 1999). Risken för uppkomstskador och avkastningsförluster ökar med ökad gödselgiva, dvs. en större mängd salt (Simpson, 1986; Carrow, 2001; Canola-councils hemsida, 2005; Crozier & Hardy, 2005).

Skadorna på utsädet kan elimineras eller åtminstone kraftigt reduceras genom att placera gödseln minst 2,5 cm direkt under utsädet och/eller vid sidan om utsädet för de flesta grödorna (Havlin *et al*, 1999; Crozier & Hardy, 2005). En viss mängd gödsel ger upphov till allvarligare skador vid ytspridning än vid inblandning i jorden (Carrow, 2001). När grödan kräver en hög gödselgiva vilket kan orsaka saltskador, bör man dela givan så att en del bredsprids medan resten radmyllas vid sådd (Crozier & Hardy, 2005). Genom att öka radavståndet mellan gödselsträngarna, ökar risken för gödselskador, förutsatt att samma gödselgiva används. Detta beror på att koncentrationen i gödselraderna ökar då det blir färre rader/ha (Havlin *et al*, 1999; Canola-councils hemsida, 2005). Saltkoncentrationen i gödselsträngen till radsådda grödor kan vara 20-30 ggr högre än om gödseln hade fördelats jämnt i de översta 25 cm av jorden (Simpson, 1986).

Fri ammoniak är toxiskt för groende plantor. Placeringen av urea i förhållande till utsädet måste därför noggrant kontrolleras eftersom då urea löses upp så bildas ammoniak (Havlin *et al*, 1999). Ett högt pH i marken innebär att mer N från urea är i fri ammoniakform (NH_3) än i ammoniumform (NH_4^+). På en väl kalkad jord ska ammoniumgödselmedel normalt sett inte skada grödan. På jordar med minimerad bearbetning eller direktsådd kan de översta 5-10 cm av jorden bli väldigt sura medan de underliggande lagrena fortfarande innehåller tillräckligt med kalk och rötterna kan därmed skadas (Simpson, 1986).

Det är framför allt klorid och nitrat som utgör en stor skaderisk (Simpson, 1986). Regn och bevattning transporterar salterna nedåt i profilen, men vid torka transporteras salter till markytan genom evaporation av markvatten. Överflödigt vatten kan leda till att jordens saltnivåer blir höga nog för att orsaka skador på växternas rötter och kronor samt att vattenupptaget reduceras. Hygroskopiska gödselmedel (tendens att absorbera fukt från luften och bilda en vätska) kan fast de tillförs i torr form, resultera i väldigt koncentrerade lösningar på växtvävnadens yta. Genom att använda granulerat gödsel samt gödsel som vattnas in, så hjälper man till att minimera risken för skada orsakat av gödseln (Carrow, 2001).

Det är inte alltid det går att se stressymtom i form av gödselbrännskador eller vissning, orsakat av ett högt osmotiskt tryck hos växterna. Tillgängligheten av markvattnet minskar när det osmotiska trycket ökar och plantans tillväxt kan saktas ner utan att några visuella symtom uppstår. Det osmotiska trycket är proportionellt mot koncentrationen och temperaturen. Varmt väder ökar alltså risken för saltskador. Även frysning ökar skaderisken genom att de lösta ämnena koncentreras i markvätskan. När man bedömer risken för saltskador ska man därför beakta faktorer som vilket gödselmedel som används, gödselgivans storlek, markvattennivåerna, regn och bevattning, mängden vatten som används vid tillförseln av flytande gödsel samt temperaturen (Carrow, 2001).

I försök som utfördes 1968-1970 indikerar resultaten att urea orsakar större saltskador än ammoniumnitrat vid sammyllning under torra förhållanden, samt att vete är känsligare än havre (Huhtapalo, 1984).

3.4 Saltindex

Olika kvävekällor kan ha olika osmotiska tryck. För urea så ger varje ureamolekyl ($\text{NH}_2\text{-CO-NH}_2$) två kvävejoner. Natriumnitrat däremot, ger bara en kvävejon när den dissocierar i en lösning och ger två molekyler (en Na^+ och en NO_3^-). För att få lika många kvävejoner från de två gödselmedlen så behövs två natriumnitratmolekyler jämfört med en ureamolekyl. Detta leder till att natriumnitrat dissocierar till fyra molekyler (två Na^+ och två NO_3^-), vilket resulterar i ett fyra gånger högre osmotiskt tryck för natriumnitrat än för urea. Risken för skador på växterna ökar desto större det osmotiska trycket är som är i kontakt med växterna.

Skador som orsakas av osmos kan förutom av gödselmedel även orsakas av otillräckligt utspädda vätningsmedel eller pesticider (Carrow, 2001).

Gödselmedlenas saltindex är ett mått på hur stort osmotiskt tryck de orsakar i markvätskan. Värdena för saltindex baseras på tillsats av lika stor vikt av de olika materialen och uttrycks i relation till det osmotiska tryck som skapas av NaNO_3 , vilket har fått det tilldelade värdet 100 (Havlin *et al*, 1999; Carrow, 2001). För blandade gödselmedel beräknas saltindexet genom att använda indexvärden och mängd av de olika komponenterna (Carrow, 2001). N- och K-salter som placeras nära eller i direkt kontakt med utsädet, är mycket skadligare för groningen än P-salter, då de har mycket högre saltindex än P-salter (Havlin *et al*, 1999; Carrow, 2001). Urea orsakar det lägsta osmotiska trycket av de lösliga kvävekällor som visas i Tabell 1 (Carrow, 2001). Urea (46-0-0) orsakar trots ett lägre saltindex större uppkomstproblem än NH_4NO_3 eftersom fri ammoniak bildas från urea (Jones & Jacobsen, 2003; Grant *et al*, 2005). Det går alltså inte enbart att titta på saltindex då skadeverkan hos ett gödselmedel ska avgöras. Exempelvis är både K^+ och NH_4^+ monovalenta kationer, men NH_4^+ ger upphov till större skada genom att den förskjuter jonbalansen i cellen (Husted, 2005). KCl utgör en större potentiell risk för saltskador än K_2SO_4 . Ämnen med låg löslighet skapar inte märkbara osmotiska tryck. Det osmotiska tryck som orsakas av en mängd gödsel i markvätskan är lägre än det osmotiska tryck som orsakas av samma mängd gödsel i en lösning bestående av rent vatten. Skillnaden mellan det osmotiska trycket i markvätskan och i rent vatten är inte lika stort för alla material. Att det blir ett lägre osmotiskt tryck i markvätskan beror på kationbyten, forforfixering och andra markreaktioner. Värden för osmotiska tryck uppmätta i rent vatten är inte överförbara på marktillförda gödselmedel, men kan användas för lösningar eller suspensioner som appliceras på bladverket (Carrow, 2001).

Termen saltindex används både för gödselmedel som inte är salter (ex. urea, metylenureas, isobutyliden diurea och organiska gödselmedel) och för gödselsalter. Osmotiskt index hade kanske därför varit en mer passande term än saltindex (Carrow, 2001). I Tabell 1 visas saltindex för olika gödselmedel, dels baserat på lika mängder material, dels på lika mängder plantnäring.

Tabell 1. Relativ potential för skada från olika gödselmedel

Material	Analys [*]	Saltindex baserat på lika mängder material ^a	Saltindex baserat på lika mängder plantnäring ^b
N-källor			
Natriumnitrat	16,5	100	6,1
Flytande ammoniak	82,2	47	0,6
Ammoniumnitrat	35,0	105	3,0
Ammoniumsulfat	21,2	69	3,3
Monoammoniumfosfat (MAP)	12,2	30	2,5
Diammoniumfosfat (DAP)	21,2	34	1,6
Kaliumnitrat	13,8	74	5,3
Urea	46,6	75	1,6
P-källor			
Superfosfat (enkel)	20,0	8	0,4
Superfosfat (trippel)	48,0	10	0,2
Monoammoniumfosfat (MAP)	51,7	30	0,5
Diammoniumfosfat (DAP)	53,8	34	0,6
K-källor			
Kaliumklorid	60,0	116	1,9
Kaliumnitrat	46,6	74	1,6
Kaliumsulfat	54,0	46	0,9
Kaliummagnesiumsulfat	21,9	43	2,0

^{*} Med analys menas procenten N i N-bärare, av P₂O₅ i P-bärare och av K₂O i K-bärare.

^a Relativt till natriumnitrat = 100.

^b Värde erhållet genom att dela första kolumnens värde med procent näring (Omarbetat efter Havlin *et al*, 1999; Carrow, 2001).

3.5 Var placeras gödseln bäst?

3.5.1 Tillsammans med utsädet

Det är en bra metod att tillföra fosfor med utsädet eftersom fosfor är relativt immobilt i jorden och en placering nära rötterna oftast är fördelaktigt. Att tillföra en grödas hela kväve- eller svavelbehov på samma plats som utsädet ger däremot upphov till en stor risk för skador på utsädet. Normalt sett har avkastningen blivit bättre om fosfor placerats tillsammans med högre givor av kväve i ett band rakt under och djupare än utsädet eller rakt under och djupare samt vid sidan om utsädet jämfört med att placera fosfor tillsammans med utsädet och sedan tillföra kvävet separat. En djupare placering av fosfor är särskilt viktigt i områden där yttjorden torkar ut tidigt på odlingssäsongen (Bauder, 2005).

3.5.2 Under utsädet

Gödsel som placeras rakt under utsädet är åtkomligt direkt för den första fröroten, ofta t.o.m. före uppkomst. Det finns dock en risk med att placera stora givor av kväve och svavel för nära utsädet då detta kan fördröja uppkomsten och orsaka skador på roten eller grodden, främst genom att bränna spetsarna på frörötterna. På mo- och mjälajordar krävs ett avstånd på minst 5 cm mellan utsäde och gödselsträngen (vilket kan vara svårt att uppnå i praktiken). På mer grovkorniga jordar kan avståndet behöva vara ännu större om gödsel med ammoniumkväve

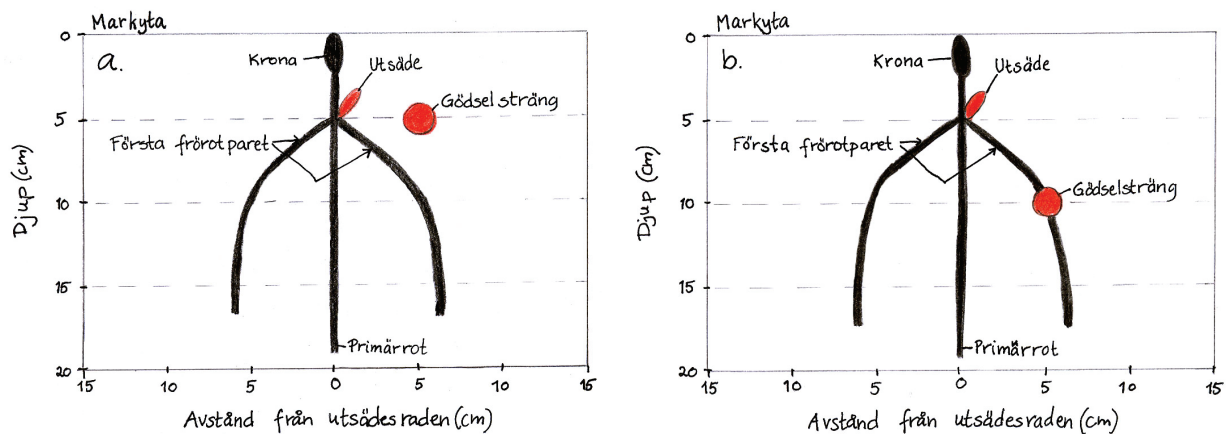
används. När gödningen placeras rakt under utsädet räcker det att man har en bill (Bauder, 2005).

3.5.3 Bredvid utsädet och på samma djup som utsädet

Denna placering ger inte frörötterna tillräcklig tillgänglighet till gödseln (se Figur 4a). Speciellt immobiliserade näringsämnen som fosfor kommer inte att vara tillgängliga förrän den sekundära förgreningen börjar på det andra frörotparet, eller först då kronrötterna har initierats och sidokotten börjar utvecklas efter fyrbladsstadiet (Bauder, 2005).

3.5.4 Under och vid sidan om utsädet

Gödselsträngen placeras några centimetrar under och 5-7,5 centimeter vid sidan om utsädessträngen. Detta ger mycket god tillgänglighet till näringen för det första frörotparet (se Figur 4b) och risken för rotskador är mycket liten. Med denna gödselposition kan man också låta en gödselrad förse två utsädesrader. Genom att öka avståndet mellan utsäde och gödning i sidled så minskas gödningstillgängligheten för grödan tidigt på säsongen (Bauder, 2005).



Figur 4. Rotutveckling vid ettbladsstadiet för spannmål. Gödsling vid sidan om utsädet (a) ger inte det första frörotparet tillgång till gödseln så snabbt som vid gödsling under utsädet (b) (Omarbetad efter Jones & Jacobsen, 2003).

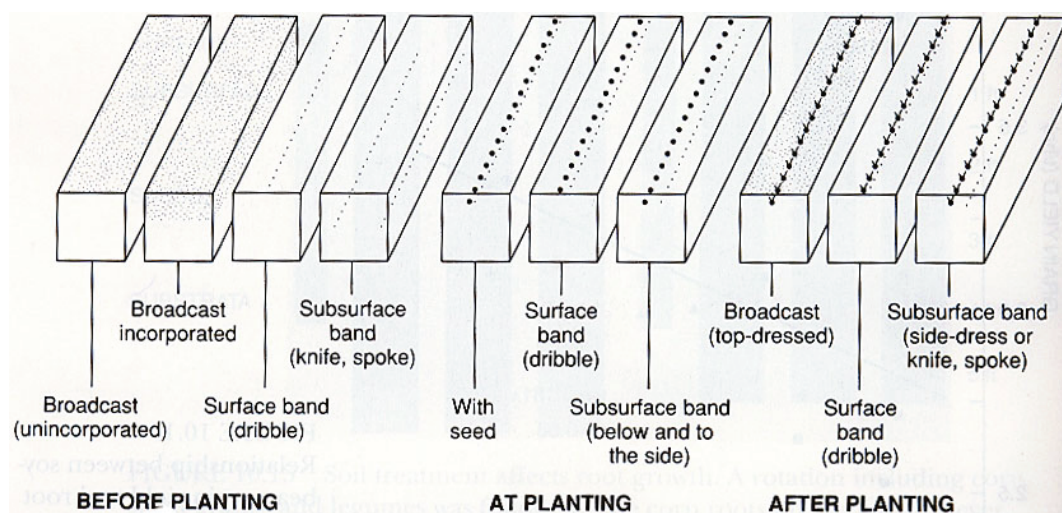
3.5.5 Separat gödsling

Gödseln kan radmyllas i en separat körning före sådd. Beroende på hur stort radavstånd det är på maskinen som utför myllningen, finns risken att förgreningarna av frörötterna från utsädesraderna inte blir breda nog under tidiga stadier för att tillåta en effektiv användning av gödseln (Bauder, 2005).

4 Olika gödslingsmetoder

4.1 Gödslingsmetoder

Vid valet av gödslingsmetod eftersträvas ett effektivt näringsutnyttjande från uppkomst till mognad av växten. Metoden ska också förhindra uppkomsten av saltskador på grodden samt vara lämplig för lantbrukaren att använda (Havlin *et al*, 1999). Det finns olika metoder att placera konstgödseln. Dessa beskrivs nedan samt visar schematiskt i Figur 5.



Figur 5. En jordprofil i genomskärning visar placeringen av gödsel vid olika gödslingsmetoder. Från vänster: 1A bredspridning utan myllning, 2A bredspridning + myllning, 3A radspridning, 4A radmyllning, 1B sammyllning, 2B grund radmyllning, 3B radmyllning, 1C övergödsling, 2C radspridning, 3C sidomyllning (Havlin *et al*, 1999).

4.1.1 A. Före sådd

- 1A *Bredspridning utan myllning* = Konstgödseln sprids jämnt på ytan (Svensson & Johansson, 1969). Denna metod ger vanligtvis den lägsta kväveeffektiviteten. När gödsel lämnas på markytan ökar risken för förluster genom ytavrinning, erosion och ammoniakavgång. Det är bättre att använda ammoniumnitrat än urea för att minska kväveförlusterna (Manitobaprovincens hemsida, 2005).
- 2A *Bredspridning + myllning* = Bredspridning + myllning med annat organ än spridningsorganet (ex. harv, efterharv o.s.v.) (Svensson & Johansson, 1969). Granulär eller flytande gödning kan användas. För att minimera kväveförlusterna p.g.a. gasavgång, bör inarbetningen i jorden ske så snabbt som möjligt, speciellt för urea eller gödsel innehållande urea samt för flytande gödning (Manitobaprovincens hemsida, 2005).
- 3A *Radspridning* = spridning i rader på markytan, exempelvis genom löst hängande sårör (Svensson & Johansson, 1969). Detta kan vara en effektiv metod före sådd, men om gödseln inte myllas kan näringsupptaget reduceras om yttjorden är torr, speciellt för immobila näringsämnen. Radspridning kan på vissa jordar och i vissa odlingssystem öka kvävetillgängligheten jämfört med bredspridd gödsel (Havlin *et al*, 1999). Kväveeffektiviteten för flytande gödning som placeras i ett smalt band på markytan är högre än för bredspridning eftersom flyktigheten och kontakten med växtrester, samt eventuellt också immobiliseringen, reduceras (Manitobaprovincens hemsida, 2005). Idag kallas denna metod oftare för bandspridning (Svensson, muntlig, 2005).

- 4A *Radmyllning* = myllning i rader genom en bill på större eller mindre djup (Svensson & Johansson, 1969). Placeringsdjupet varierar beroende på gödsel- och grödslag. Både fasta och flytande gödselmedel kan användas (Havlin *et al*, 1999).
- 5A *Radspridning + myllning* = radspridning + myllning med annat organ än spridningsorganet (ex. harv, efterharv o.s.v.) (Svensson & Johansson, 1969).

4.1.2 B. Vid sådd

- 1B *Sammyllning* = gödseln läggs tillsammans med utsädet. Sammyllning kan bl.a. användas för startgivor, då gödsel vanligen tillförs för att öka den tidiga vigören hos groddplantan, speciellt på kalla, blöta jordar. Startgivan kan också läggas nära utsädet i stället för tillsammans med utsädet, men då är det inte sammyllning enligt definitionen. Låga givor används normalt för att undvika skador vid groning eller på groddarna. Både fasta och flytande gödselmedel kan användas (Havlin *et al*, 1999). För höga halter av kväve kan leda till försämrade groning och skador på groddarna p.g.a. ammoniaktoxicitet eller saltbränning. Större radavstånd ökar koncentrationen av gödsel i varje utsädesrad och risken för skador på groddar och rötter ökar därmed. När det är en låg fuktighet i såbädden eller när vädret är varmt och blåsigt, ska rekommenderade givor reduceras till ca 50 % för att undvika skador (Manitobaprovincens hemsida, 2005).
- 2B *Grund radmyllning* = placering av gödseln i rader grundare än utsädet, antingen direkt ovanför utsädesraden eller flera cm vid sidan om raden. Tillförsel ovanför raden kan vara effektivt för placering av immobiliseringsämnen. Gödseln placeras i en ränna som bildas bakom en vingbill eller ett skär. Jorden kan sedan ramla ner i fåran och täcka gödseln. Då blir den ytplacerade gödseln myllad något ovanför utsädet (Havlin *et al*, 1999).
- 3B *Radmyllning* (def. enligt ovan). Placeringen kan ske på flera olika platser nära utsädet. Både fasta och flytande gödselmedel kan användas. Gödseln placeras 2,5-5,0 cm direkt under utsädet eller 2,5-7,5 cm vid sidan om och djupare än utsädet (Havlin *et al*, 1999). Radmyllning kan delas in i varjerads- och varannanrads-placering:
 - a) *Varjeradsplacering*: Detta är utan tvivel det bästa sättet att tillföra konstgödsel på för grödor med stora radavstånd. Om mycket höga givor används delas givorna upp så att en gödselsträng placeras på vardera sidan om utsädesraden. För grödor med små radavstånd blir denna metod för dyr och onödigt komplicerad.
 - b) *Varannanradsplacering*: På grödor med små radavstånd är detta den mest praktiska lösningen, upp till uppskattningsvis 15 cm (Huhtapalo, 1979).

4.1.3 C. Efter sådd

- 1C *Övergödsling* = spridning i växande gröda. Bredspridning av kväve efter sådd används till gödsling av bete och höstgrödor, samt för proteingödsling till vete samt i viss mån även som kompletteringsgiva till malkorn (Svensson, muntlig, 2005). Om det finns mycket växtrester på markytan kan kväveimmobiliseringen effektivt reducera kväveverkan av gödseln. Övergödslad fosfor och kalium används inte så effektivt som vid gödseltillförsel före sådd. Både fasta och flytande gödselmedel kan användas (Havlin *et al*, 1999).
- 2C *Radspridning* (def. enligt ovan). (Havlin *et al*, 1999).
- 3C *Sidomyllning*. Denna typ av kvävetillförsel är vanlig på grödor som majs, bomull och sorghum och utförs med en kniv eller punktinjektor. Flytande ammoniak och flytande kväve är de vanligaste gödselslagen som används. Flytande gödning kan också tillföras på ytan vid sidan om raden efter sådd. Denna gödslingsmetod ger

brukaren en stor frihet eftersom gödslingen kan utföras nästan när som helst när utrustningen kan köras utan att orsaka skador på grödan. Sidogödsling på markytan med hjälp av en kniv, kan om kniven går för nära plantraden antingen skära av rötterna eller orsaka skada pga. gödselmedlets toxicitet. Det är inte rekommenderbart att sidogödsla immobiliserade gödningsämnen som P och K, eftersom att de flesta grödor behöver dessa näringsämnen tidigt på säsongen och under deras reproduktiva tillväxtfas (Havlin *et al*, 1999).

- 4C *Bladgödsling med lantbruksspruta.* Tidigare användes detta främst för att rätta till akuta bristsymtom. Den typen av användning är inte längre så vanlig. Numera används metoden bl.a. för att tillföra mikronäringsämnen i förebyggande syfte. På en del gårdar tillförs all näring till en gröda i flytande form med lantbruksspruta. I Tyskland är det mycket vanligt att blanda i 15 kg kväve/ha i form av urealösning i sprutlösningen vid olika typer av pesticidbekämpning (Holm, muntlig, 2005; Svensson, muntlig, 2005).

5 Resultat från radmyllningsförsök

5.1 Gödslingseffekter

Skillnaden mellan olika gödslingsmetoder syns mer i vårsäd än höstsäd eftersom vårsäden utvecklas snabbt i kombination med en vanligtvis torr såbädd och en svagare rotutveckling än för höstsäd (Yaras hemsida, 2005). Gödseffekterna skiftar mellan åren. Störst skillnader mellan åren får man vid övergödsling. Nedharvning före sådd är lite säkrare än övergödsling och radmyllning är minst årsmånsberoende. Vid övergödsling används kalksalpeter (N 15 %) eller kalkkammonsalpeter (N 28). Vid radmyllning kan däremot alla gödselmedel användas med god effekt. Vid användning av sammansatta gödselmedel (NP eller NPK) får man utöver kväveeffekten också en radmyllningseffekt (skillnaden mellan skörd vid radmyllning respektive bredspridning) av fosfor och på en del jordar även av kalium. Dessutom får man positiva samspelseffekter mellan ammoniumkväve och fosfor. Hur stora dessa effekter blir beror på markens näringsstatus. På näringsrika jordar kan effekten uppgå till ett par procent, medan den på svaga fosforfixerande jordar kan mångdubblas (Huhtapalo, 1978a).

5.2 Radmyllning jämfört med bredspridning

I en rad olika försök där man jämfört bredspridning och radmyllning kombinerat med sådd så har radmyllade led varit frodigare och grönnare än bredspridda led och uppkomsten jämnare (Huhtapalo & Heinonen, 1968a; Huhtapalo & Heinonen, 1968b; Huhtapalo, 1971a; Huhtapalo *et al*, 1973; Lantmannen, 1978; Huhtapalo, 1982). Genom att placera gödseln i strängar kommer mindre jord och färre mikroorganismer i kontakt med gödselkornen. Växterna hinner därmed utnyttja mer näring innan marken tar hand om resten. En likartad effekt fick man också då man övergick till kornad gödsel istället för pulverform. Risken för fastläggning av fosfor och fixering av kalium och ammonium minskar därmed i de jordar där finns risk för detta jämfört med bredspridning (Huhtapalo, 1979; Huhtapalo 1982; Granstedt *et al*, 1995; Havlin *et al*, 1999). Vid försök med bredspridning och radmyllning kombinerat med sådd var vattenhalten under vegetationsperioden hela tiden fram till skörd, lägre för radmyllade led än för bredspridda. Vattenhalten i axen var i slutet av vegetationsperioden jämnare för radmyllade led, vilket medförde en tidigare och jämnare mognad (Huhtapalo & Heinonen, 1968a; Huhtapalo & Heinonen, 1968b; Huhtapalo, 1971a; Huhtapalo *et al*, 1973; Lantmannen, 1978). Radmyllning ger normalt några dagars tidigare mognad vilket i princip skulle kunna innebära en skördeökning genom att man kan välja senare och normalt sett högre avkastande sorter. Vid en dags längre växtperiod blir skörden ungefär en procent högre (Huhtapalo & Heinonen, 1968). I försök med radgödsling av tvåradskorn i Norrbotten 1970 så syntes gödslingseffekten i de bredspridda rutorna först en respektive två månader efter sådd. De radgödslade försöken fick ett stort försprång, vilket syntes tydligt ända fram till skörd. Axbången bedömdes vara 2-4 dagar tidigare för radmyllade led. Skördeökningen blev upp till 29 %. Det är möjligt att det är just på dessa ofta näringsfattiga mo- och mjälarika jordarna som man uppnår de bästa effekterna av radgödsling. Den intensiva vegetationsperioden i de nordliga delarna av landet är också en mycket betydande faktor (Huhtapalo, 1971a).

I försommartorra områden har stråsäd i försök som radmyllats gett 10 % högre skörd än försök med bredspridning och nerharvning (Granstedt *et al*, 1995). För vårstråsäd har kombisådd i östra Sverige och södra Finland i genomsnitt gett ca 300 kg/ha i skördeökning och två-fem dagar tidigare skörd. I nederbördsrika områden är fördelarna sannolikt mindre, men inga försök har visat på att radmyllning skulle vara sämre än bredspridning och nerharvning under några förhållanden (Huhtapalo & Heinonen, 1968b). Den dominerande orsaken till att radmyllning ger säkrare effekt än bredspridning är att gödseln hamnar i

obearbetad fuktig jord under såbädden. Under såbädden finns normalt så mycket vatten att växterna klarar av att ta upp näring även under torrare förhållanden (Huhtapalo, 1979; Huhtapalo, 1982). Försök utförda i Uppland 1969, vilket var ett riktigt torrår, visar att radmyllning av kvävegödsel till vårsäd har gett en skördeökning på 16 % jämfört med nedharvat gödsel. Över en längre period, 1964-1968, var skördeökningen i stort sett konstant 8 %, oavsett variation i skördenivå (årsmån). Procentuellt sett blir skördeökningen för radmyllning jämfört med nedharvning, större ju svagare jorden är och ju lägre skördenivån är (Huhtapalo, 1969). Gödselplacering i kombination med sådd (3-5 cm djupare och 4 cm vid sidan om varje utsädesrad), separat radmyllning snett eller vinkelrätt mot sårriktningen samt gödselplacering mellan varannan sårad, gav alla betydligt högre skörd än bredspridning före sådd i de försök som gjordes år 1964-1966 (Huhtapalo & Heinonen, 1968a).

Vid försök 1967 kom man fram till att den optimala kvävegivan var högre vid radmyllning än bredspridning. Man kan tänka sig olika orsaker till varför växterna klarar av högre givor och även utnyttjar gödseln effektivare vid radmyllning än vid bredspridning. När man placerar gödseln i en koncentrerad sträng på betryggande avstånd från utsädet så undviker man skadliga saltkoncentrationer samt pH- och jonstörningar i rotmiljön. Plantans växtnäringsbehov kan styra rötternas förgrening och deras näringsupptag från gödselsträngarna. Detta indikerar att radmyllning ger goda möjligheter till en balanserad och förmodligen även tidsmässigt gynnsam fördelning av näringsupptaget. Radmyllning stimulerar framförallt den initiala utvecklingen och tidiga bestockningen. Sannolikt reagerar olika växter och sorter olika på radmyllning (Huhtapalo & Heinonen, 1968b). Hur gödseln placeras i förhållande till utsädet har en viss betydelse, men är inte alls lika viktig som just själva myllningen. Att placera gödseln direkt intill eller väldigt nära utsädet ger en dålig gröningsmiljö. Gödseln placeras för säkrast resultat 3-6 cm vid sidan om utsädet och 3-6 cm djupare, alternativt i mitten av vartannat sårads mellanrum och 3-6 cm djupare än utsädet. Detta fungerar åtminstone för normala radavstånd på 12-13 cm (Huhtapalo, 1979; Huhtapalo, 1982). 1967 fann man dock att en relativt djup myllning var säkrast under torra förhållanden så länge myllningen utfördes utan att skada såbädden genom att dra upp stora fuktiga klumpar (Huhtapalo & Heinonen, 1968b).

Försommartorkans längd spelar en oerhört stor roll för avkastningen. Mo- och mjälajordar har en mycket god kapillaritet och där transporterar avdunstningsströmmen det bredspridda och nedharvade nitratkvävet snabbt från rotzonen till markytan. Radmyllat gödsel ligger redan från början djupare än bredspridd gödsel och påverkas inte lika mycket av avdunstningsströmmen då endast en liten del av strömmen passerar gödselsträngen (Huhtapalo, 1971a).

Man tror att radgödsling kan ha en större effekt vid ensidig spannmålsodling än vid en varierad växtföljd. Detta kan bero på att om växtföljden innehåller mycket vall, så finns det mycket kvävereserver i jorden som kan tillfredställa plantornas kvävebehov så att de särskilt under de tidiga stadierna är mindre beroende av gödslingen (Lantmannen, 1978). Vid lyckad bredspridning och en god kväveeffekt kan ca 70 % av det tillförda kvävet tas upp i plantan. Hälften av detta allokeras till kärnan. I försök (år 1980 - 1981) har grödor med gödselplacering tagit upp 24-48 % mer kväve än bredspridda led. Risker för kväveläckage är därför mindre vid gödselplacering (Huhtapalo, 1982).

5.3 Faktorer som påverkar radgödslingseffekten

Det finns flera olika faktorer som påverkar vilken radgödslingseffekt man kan förvänta sig:

1. Geografiskt läge – temperaturen och vegetationsperiodens längd har förmodligen störst betydelse. Effekterna av radgödsling har varit större i norra Sverige än i södra. I norr är vegetationsperioden mycket kort och därför är det viktigt att grödan får en så jämn tillväxt som möjligt, utan avbrott. Tillfälliga avbrott i tillväxten kan uppstå om

det blir torrt i marken om gödseln är ytligt nerbrukad, varvid näringsupptaget upphör. I utländska försök har man sett att näringsupptaget i kall jord underlättas av att gödseln placeras i koncentrerade strängar. Detta kan vara en bidragande orsak till de större radgödslingseffekterna i Norrland (Huhtapalo, 1975).

2. Årsmån – framför allt är nederbörden under vår och försommaren avgörande i vårt land. Ju oftare det är torrt under denna period, desto större blir effekterna av radgödslingen (Huhtapalo, 1975).
3. Jordmån – effekterna av radmyllning blir större på mullfattiga än mullrika jordar. I försök som legat på lätta jordar (mo-lättlera) har effekten av radgödsling varit större än i försök på styvare jordar (Huhtapalo, 1975). I Norge fann man däremot i försök med kombisådd och radgödsling år 1966 – 1975, att radgödslingseffekten var större på jordar med mer än 15 % lerinslag än på lerfattiga jordar (Lantmannen, 1978).

Förfrukten, tidigare gödsling och gödslingsutnyttjande, växttillgängligt näringsinnehåll, jordens pH och vattenhushållningen påverkar också radgödslingseffekten (Huhtapalo, 1975).

5.4 Fördelar med radmyllning

Att radmyllning av N-, P- och K-gödselmedel är effektivare än bredspridning visade man redan i försök på 1940-talet i Mellan- och Sydsverige. Radgödslingen utfördes då med en vanlig såmaskin med belastade billar mellan sista harvningen och sådden. Gödseln myllades därmed något djupare än utsädet. Vid radmyllning hamnar gödseln i fuktig jord under såbädden och kan börja utnyttjas tidigt av växterna. Grödans tillgänglighet till gödningen blir därmed mindre väderberoende (Huhtapalo, 1980). Skördepotentialen är högre vid radmyllning än bredspridning genom en ökad tidig vitalitet hos plantorna samt en ökad tillväxthastighet (Bauder, 2005). I norra och östra Sverige ger radmyllning av enbart kvävegödselmedel en skördeökning med 8-10 %. I västra och södra Sverige blir skördeökningen 4-5 %. Detta innebär att om kärnskörden ökar med 8-10 %, så är innehållet av gödselkväve i kärnskörden ofta 25-30 % högre. Gödslingskväveutnyttjandet är därmed mycket bättre vid radmyllning än bredspridning (Huhtapalo, 1980; Bauder, 2005).

Radmyllad fosfor och kalium ger betydligt högre effekt än vid bredspridning. Därför utnyttjas radgödslingseffekten till fullo vid användning av sammansatta gödselmedel. Sammansatta gödselmedel ger vanligtvis den lägsta gödselkostnaden och resulterar samtidigt i den minsta totala gödselmängden att hantera. Genom att radmylla minskar man risken att gödslingseffekten blir dålig p.g.a. torka. Om grödan dessutom bevattnas kan risken elimineras och gödselutnyttjandet avsevärt ökas (Huhtapalo, 1980). Med radmyllning blir det en lägre mängd gräsogräs och förmågan hos växten att konkurrera med ogräs förbättras (se Figur 6). Ogräsen tillväxt hämmas avsevärt genom att grödans gynnsamma utveckling gör den konkurrenskraftig mot ogräsen. Man gödslar grödan och inte ogräsen (Huhtapalo, 1980; Bauder, 2005). Radmyllning kan minska torkningskostnaderna eftersom grödan mognar jämnare och skjuter färre grönskott än när gödseln bredsprits (Huhtapalo, 1979).



Figur 6. Från vänster: Bild a, b, c. En korngrödans möjligheter att hämma ogräsen etablering efter olika gödslingsmetoder. Kornet såddes 5 maj 1972 och fotograferades 17 juni. a) Kombisådd kalkkammonsalpeter. b) Bredspridd och nedharvad kalkkammonsalpeter. c) Övergödslad kalksalpeter omedelbart efter sådd 5 maj (Huhtapalo, 1978a)

5.5 Nackdelar med radmyllning

- Gödselbillarnas bearbetning under såbotten kan störa såbädden så att gröningsbetingelserna blir något sämre för utsädet. Kombisådd är på denna punkt säkrare än radmyllning före sådd. Om gödselbillarna tenderar att bryta sönder såbotten för mycket är det bättre att mylla gödseln lite grundare.
- Radmyllning måste utföras före eller i samband med sådden.
- Vid radmyllning blir halmmängden ofta större (Huhtapalo, 1980).

5.6 Radmyllning och bevattning

Försök med bevattning av radmyllade grödor i Sverige och Finland ger bevis för att radmyllning inte bara är motiverad i försommartorra områden. Merskorde av radmyllning respektive bevattning kan adderas till varandra och utnyttjandegraden av tillfört handelsgödselkväve ökar därmed. Mängden kväve som kan utlakas efter en torr sommar kan därmed minskas (Huhtapalo, 1979).

6 Resultat från försök med konventionell kombisådd

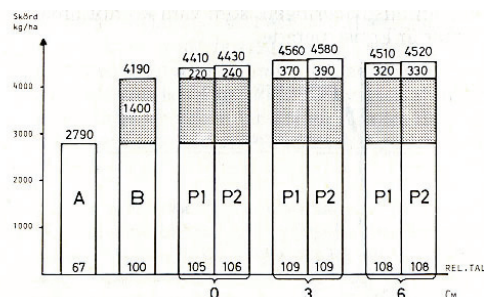
6.1 Skördeökningar

Kombisådd ger en tidig och jämn kväveeffekt vilket synbart stimulerar den vegetativa tillväxten under tidiga stadier hos grödan (Huhtapalo, 1982). Enligt Åke Huhtapalo är kombisådd den säkraste gödslingsmetoden oberoende var i Sverige man befinner sig. I försommartorra områden i östra Sverige har man fått ca 10 % skördeökningar i försök med kombisådd. I övriga Sverige har skördeökningarna varit ca 5 %, förutom i Skåne och Halland där man inte kunnat se några skördeökningar (Fransson, 1982). Enligt Gruvaeus (2005) har ca 130 fältförsök i vårsäd med kombisådd under 1970- till 1990-talet gett 3-8 % skördeökning i Sydsverige och ett 5-15 % ökat kväveutnyttjande. I Västra Sverige var skördeökningen 4-8 % och 5-15 % ökat kväveutnyttjande. I Östra Sverige var skördeökningen 9-15 % och 15-30 % ökat kväveutnyttjande. Enligt Johansson (1983) visar försöksresultat från Mellansverige på 10 % skördeökning och 30 % bättre kväveutnyttjande, medan man inte fått några skördeökningar i Skåne och Halland. Varför det är så är oklart, men det är lite märkligt då kombisåddförsök i Danmark gett 7 % skördeökning. En möjlig förklaring kan vara att försöken i Danmark utfördes senare än försöken i Skåne och Halland och att tekniken då förbättrats på dessa år (Johansson, 1983).

6.2 Försök med testkombisåmaskin år 1967-1970

För att undersöka gödselplaceringens geometri, byggdes en specialkombisåmaskin. På denna kunde förhållandet mellan så- och gödselbillar snabbt justeras i sid- och djupled. I försök med maskinen fann man att bästa skörderesultaten

uppnåddes när gödselraden placerades 6 cm vid sidan om såraden och på ett djup av 3-4 cm under utsädesdjupet (Tabell 2). Djupare myllning är knappast försvarbart ur slitage-, dragkrafts- och strukturstörningssynpunkt. Den optimala placeringen varierar dock något beroende på om det är ett torrt eller vått år. Vid normala radavstånd för grödan på 12-12,5 cm, innebär detta en placering av gödseln i varje sårads mellanrum. Detta bör innebära att det är tillräckligt att placera gödseln i mitten av vartannat sårads mellanrum (Huhtapalo, 1969). Mellan 1967 och 1970 gjordes 99 försök som visade att varannanradsplacering ger samma skörderesultat som varjeradsplacering vid radmyllning (Huhtapalo, 1971b) (se Tabell 3 samt Figur 7). Att lägga gödseln i mitten av vartannat sårads mellanrum är en bra kompromiss mellan biologin och tekniken. Problem med utsädesplacering och etablering av grödan p.g.a. gödselbillarnas bearbetande verkan är svårare att undvika desto närmre utsädesraden man placerar gödningen (Huhtapalo, 1982). Man har i försöken inte sett någon skillnad mellan varjerads- och varannanradsplacering. De skillnader vi ser i Tabell 3 är



Resultat av 19 försök 1967 – 1970.

Grödor: Korn 11 försök, havre 6 försök, vår-vete 2 försök.

Gödselmedel: Urea 8 försök, kalkammonsalpeter 4 försök, NP 4 försök, kalksalpeter i 3 försök.

Gödselgiva: 103 kg N/ha i medeltal.

A = Utan kvävegödsling.

B = Bredspridd, nedharvad före sådd.

P1 = Varjeradsplacering, mitt i varje sårads mellanrum.

P2 = Varannandagsplacering, mitt i varannat sårads mellanrum.

0,3 och 6 anger myllningsdjupet i cm i förhållande till sådjupet.

Varannanradsplacering är lika effektiv som varjeradsplacering. Radmyllningseffekten är betydande redan när gödseln placeras på såbottnen (5 – 6% i figuren). Vid 3 – 6 cm djupare myllning av gödseln än utsädet har radgödslingen gett 9 respektive 8% högre skörd än bredgödslingen.

Figur 7. Försök med radmyllning (Huhtapalo, 1978b).

så små att de kan försummas och dessutom varierar de från år till år. Ena året till fördel för varannanradsplacering och nästa år till fördel för varjeradsplacering (Huhtapalo muntlig 2005). Med varannanradsplacering kan maskinen byggas kompaktare, billigare och mera lätthanterlig, samtidigt som dragkraftsbehovet blir lägre. Metoden möjliggör användning av högkoncentrerad urea utan att kväveverkan blir sämre. Däremot finns det ingen anledning att radmylla ett kvävegödselmedel som kalksalpeter (Huhtapalo, 1969). Vid varannanradsplacering i kombination med sådd blir genomsläppligheten i maskinen hygglig för stenar, halmrester och ogräs (Huhtapalo, 1971b).

Tabell 2. Jämförelse mellan bredspridning och gödselplacering på 9 olika positioner. Resultat från tolv försök utförda 1968-1970. N-givan var i medel 119 kg N/ha och radavståndet var 12 cm. Omarbetat efter Huhtapalo (1982).

Kärnskörd kg/ha				Kväveskörd kg N/ha i kärna			
Ogödslad 2760 Bredspridd 3570				Ogödslad 52 Bredspridd 75			
Gödselplacering: cm vid sidan om utsädet	0	3	6	Gödselplacering: cm vid sidan om utsädet	0	3	6
	cm under utsädet				cm under utsädet		
0	3220	3670	3810	0	69	78	81
3	3640	3950	4040	3	77	85	86
6	3860	3960	4030	6	82	84	86

Tabell 3. Jämförelse mellan bredspridning, gödselplacering mellan varje rad och mellan varannan rad. Medelvärde från 19 experiment i vårstråsäd, 1967-1970. N-givan var i medel 103 kg N/ha. Omarbetat efter Huhtapalo (1982).

Kärnskörd kg/ha			Kväveskörd kg N/ha i kärna		
Ogödslad 2790 Bredspridd 4190			Ogödslad 49 Bredspridd 76		
cm under utsädet	Gödselplacering mellan varje rad	Gödselplacering mellan varannan rad	cm under utsädet	Gödselplacering mellan varje rad	Gödselplacering mellan varannan rad
0	4410	4430	0	82	82
3	4560	4580	3	83	84
6	4510	4520	6	82	83

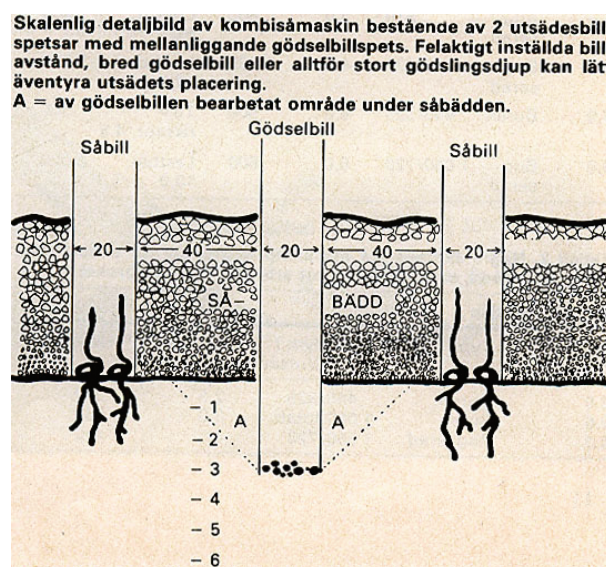
6.3 En konventionell kombisåmaskins påverkan på såbädden

Den konventionella kombisåmaskinen har separata gödsel- och utsädesbilar där gödseln myllas mitt i vartannat såradsmellanrum och djupare än utsädet. Varje gödselsträng ger näring åt två sårader. Vid kombisådd sprids konstgödseln lika noggrant som man sår utsädet och därigenom får man mycket god kontroll på utmatad mängd och placering i sid- och längdled (Huhtapalo, 1978a). Att noggrannheten är god ser vi genom att ingen randighet syns i fältet. Vid randighet har gödseln inte hamnat lika långt ifrån alla plantor och kväveeffekten blir därmed ojämn (Gruvaeus, 2005). Man kan i stort sett uppnå samma goda gödslingseffekt vid

separat radmyllning som med kombisådd med varannanradsplacering, men då får grödans radavstånd vara max 15 cm. Vid separat radmyllning blir antalet gödselbillar nästan dubbelt så många som på en konventionell kombisåmaskin. Det är viktigt att gödselsträngen ligger lika långt ifrån de två plantrader som gödselas (Huhtapalo, 1978a).

På den typen av jordar som bildar en ordentlig bearbetningsbotten efter harven (ex. lerjordar), finns det en risk att gödselbillarnas bearbetning river upp botten och därmed förstör de perfekta gröningsmöjligheterna av utsädet och uppkomst av grödan. Det är därför viktigt att kombisåmaskinens billar är rätt inställda i förhållande till varandra så att gödselbillarna verkligen går i mitten av vartannat såradsmellanrum (Figur 8). När gödselbillarna går mitt i såradsmellanrummen kan utsädesraderna placeras på obruten bearbetningsbotten. Problemet med att gödselbillarna stör såbädden existerar knappast på lätta fastmarksjordar och mulljordar. För att minimera risken för att gödselbillen ska störa såbädden samt för att fåorna helt ska kunna sluta sig efter billar som går i fuktig lera, bör billen vara mycket smal, max 20 mm. Detta är även önskvärt ur dragkraftssynpunkt. Mycket viktigt är det också att gödseln verkligen myllas lika djupt som billspetsen arbetar (Huhtapalo, 1978a; Huhtapalo, 1979).

I kombisåddförsök med olika gödselbillar (sex försök i vårsäd 1980-1981) kunde man se att billarna på kombisåmaskinerna påverkade såbotten eftersom alla billar utom en gav lägre skörd än bredspridda led när man inte lade något kväve. Vid tillförsel av kväve var kväveeffekten däremot bättre för alla led där gödseln placerats, oavsett billtyp, än i bredspridda led (Huhtapalo, 1982).



Figur 8. Schematisk bild av kombisåmaskinens billar (Huhtapalo, 1978a).

6.4 Krav på kombisåmaskinen

För en hög skörd ställs två krav på kombisåmaskinen:

1. Den måste kunna placera utsädeskärnorna så att dessa får kontakt med fuktig jord för att groningen ska bli snabb och uppkomsten jämn.
2. Konstgödseln ska placeras så att näringen i möjligaste mån är växttillgänglig under hela vegetationsperioden. Detta innebär placering lite under "bearbetningsbotten" där markfuktigheten är mindre väderberoende än i det bearbetade lagret (Huhtapalo *et al*, 1973).

6.5 Val av gödselmedel

Vid kombisådd spar man in en körning och sparar samtidigt på vårmusten genom att tiden från första harvningen till sådd minskar (Huhtapalo, 1978a). Gödseln placeras i fuktig jord och man är inte beroende av att något regn ska komma för att näringen ska bli växttillgänglig. Vid bredspridning hamnar gödseln i ett förhållandevis torrt, bearbetat ytskikt och åtminstone på lerjordar krävs ett regn för att gödselkornen ska lösas upp (Yaras hemsida, 2005; Gruvaeus, 2005). Ett stort antal fältförsök har visat att full kväveeffekt uppnås med alla olika kväveformer vid kombisådd. Därför bör man använda det gödselmedel som är billigast och praktiskt fungerar bäst, ex ammoniumnitrat. Kalksalpeter har ett högre pris, lägre koncentration och ger inte bättre skörd än de billigare alternativen vid kombisådd och är

därför inte längre aktuellt att använda (Wennerberg, 1989; Gruvaeus 2005). Urea och DAP (diammoniumfosfat) tillhör den grupp av gödselmedel som riskerar att förlora kväve till atmosfären i form av ammoniak vid bredspridning. Detta undviks vid kombisådd där gödseln myllas. Förr lade man oftast hela givan vid sådd för vårsäd. Idag tillåter tekniken allt oftare tidig sådd och därför bör man minska på kvävemängden vid kombisådd. Annars riskerar man att det blir stora kväveförluster i form av denitrifikation om det kommer våta perioder innan kvävet tagits upp. Detta problem är störst på täta jordar där syrenivån snabbt sjunker efter kraftiga regn. Även kväve i form av urea eller ammonium kan snabbt omvandlas till nitrat som sedan kan denitrifieras. En god kompromiss kan därför vara att tillföra ungefär halva kvävegivan vid sådd. Resten kan sedan bredspridas efter uppkomst (Gruvaeus, 2005).

6.6 För- och nackdelar med kombisådd

Det finns en del för- och nackdelar med kombisådd som beror på radgödslingseffekter. Dessa effekter har vi oavsett om vi radgödslar före sådd eller i kombination med sådd (Huhtapalo, 1980a).

6.6.1 Fördelar med kombisådd

Med varannanradsplacering placeras gödseln och utsädet väl skilda åt. Gödseln placeras i mitten av vartannat sårads mellanrum, vilket möjliggör sådd av utsädet på eller i ostörd bearbetningsbotten. Med kombisådd sparar man tid genom att sådd och gödsling utförs i samma moment. För att få samma kapacitet med separata maskiner för gödsling och sådd, måste arbetsbredden vara betydligt större än den för kombisåmaskinen (Huhtapalo, 1980).

6.6.2 Nackdelar med kombisådd

- Dragkraftsbehovet är stort jämfört med konventionella såmaskiner.
- För stora gårdar finns det maskiner för separat gödselspridning och sådd som har en högre kapacitet än de kombisåmaskiner som har störst arbetsbredd.
- Kombisådd är dyrare än separat sådd och gödselspridning eftersom man fortfarande måste ha en gödselspridare kvar för övergödsling av höstsådda grödor, vallar och beten, samt för kompletteringsgödsling i vårsäd. En skördeökning kan dock, beroende på arealen, täcka denna merkostnad (Huhtapalo, 1980).
- Ett problem med kombisåmaskiner är att de blir stora och tunga, speciellt vid stora arbetsbredder, vilket kan leda till onödig markpackning (Wennerberg, 1989).

7 Resultat från försök med sammyllning

7.1 Sammyllning

Vid sammyllande kombisådd myllas utsäde och gödning tillsammans. Maskinerna saknar separata gödselbillar och blir därmed mindre och har ett lägre dragkraftsbehov. Med en given traktor ökar därmed såkapaciteten. Nackdelen är att man går miste om kombisåddens positiva effekter av gödselplaceringen och därmed den ökade skörden som kombisådd normalt ger. Detta beror på att mer gödning hamnar i torr jord samt att höga saltkoncentrationer kan påverka groningen vid sammyllning (Emgardsson, 2005a). Exempel på sammyllande kombisåmaskiner är Vieskan Metalli VM 300 SK och Simulta Superseed 3000 Quattro (Emgardsson, 2004b).

7.2 Finska försök med sammyllning

På Forskningscentralen för jordbruk och livsmedelsekonomi, MTT, i Finland samt på finska Kemira Growhow, har man gjort en hel del försök med Tume Nova (som dock inte är en regelrätt sammyllningsmaskin) och andra liknande sammyllande kombisåmaskiner. Deras resultat visar att vid odling av vårstråsäd så gror det långsammare och mer ojämnt än vid konventionell kombisådd. Metoden fungerar mycket bra med korn och havre, men vid höga kvävegivor till vårvete har man ibland fått 10 % skördeminskning. Våroljeväxter är allra känsligast för sammyllning med gödning i samma rad och där rekommenderar MTT en dubblad utsädesgiva. Under försöken som MTT utförde var vädret gynnsamt, det kom snabbt regn efter sådden och jorden var fuktig. Riskerna för saltskador på groddarna är störst vid torra förhållanden (Emgardsson, 2005b).

Om sammyllning skulle ge samma odlingssäkerhet som konventionell kombisådd vid försommartorra förhållanden, måste man väga skördeökningen vid kombisådd och det lägre utsädesbehovet mot kostnaden av dyrare teknik och lägre såkapacitet för konventionell kombisådd jämfört med sammyllning (Emgardsson, 2005b). Sammyllande kombisåmaskiner har utvecklats i Finland där EU:s jordbruksstöd kan motsvara dubbla skördevärdet (Emgardsson, 2004b). År 2004 var medelhektarskörden i Finland 3470 kg/ha för vete och 3240 kg/ha för korn (Statistikcentralens hemsida, 2005). I Sverige var medelhektarskörden 6180 kg/ha för höstvet, 4740 kg/ha för vårvete, 5610 kg/ha för höstkorn och 4300 kg/ha för vårkorn (Jordbruksverkets hemsida, 2005). På lätta, sura, finska jordar kan fosforgivan sänkas mycket kraftigt då gödseln sammyllas med utsädet. Detta är en stor fördel då fosforgivorna är kvoterade i Finland. För deltidsarbetande bönder med 50-100 ha vårsådd kan en snabb sådd och sänkt fosforgiva väga upp den något lägre skörden (Emgardsson, 2004b).

Bengt Aspelin och Raimo Kauppila på finska gödsel företaget Kemira GrowHow instämmer i att det inte är rekommenderbart att placera utsäde och gödning tillsammans eller väldigt nära varandra mer än vid relativt låga kvävegivor. De tror inte att anledningen till att finnarna börjat med sammyllande tekniker är att de anser detta vara en bättre metod för gödselplacering biologiskt sett, utan att odlingens lönsamhet försämrats så mycket att billigare odlingssystem krävs. För att minska etableringskostnaderna används direktsådd ofta och för att få ett bra resultat på sådan obearbetad mark behövs ett högre billtryck och en mer öppen maskinkonstruktion vilket har medfört att gödselbillarna har plockats bort och ersatts av kombinerade gödsel- och utsädesbillar (Aspelin & Kauppila, 2005).

Det finns inga gödselmedel som är specialtillverkade för sammyllning, men de gödselmedel som används idag lämpar sig relativt bra för detta ändamål. I försöken som utfördes på 1960-talet använde man mestadels urea och ammoniumnitrat, vars egenskaper avviker från dagens mest använda gödselmedel. Försök som utförs idag med dagens gödselmedel kan därför skilja sig åt från de försöksresultat som härstammar från 1960-talet (Aspelin & Kauppila, 2005).

Bengt Aspelin och Raimo Kauppila säger att det är viktigt att jorden har rätt fuktighet vid sådden samt att det bildas en buffertzona av lös jord mellan utsäde och gödsel. Detta uppnås inte vid för våta (och kanske också för torra) förhållanden (Aspelin & Kauppila, 2005).

7.2.1 Försök med Tume Nova Combi

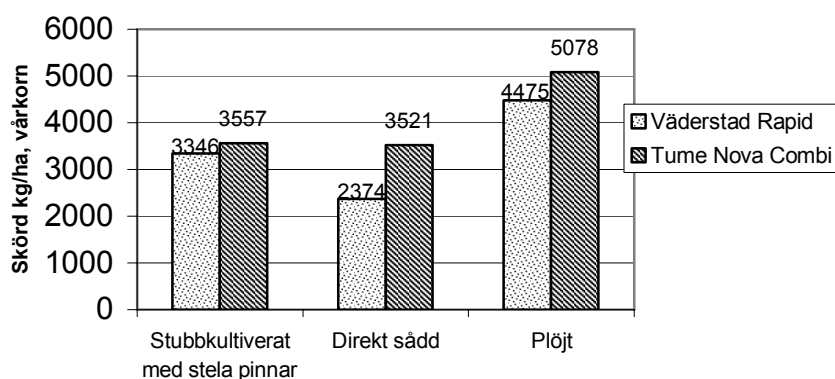
År 2004 hade MTT Agrifood Research Finland försök i Vakola där de jämförde direktsådsådd av vårvete med flera olika direktsåmaskiner och såmaskiner som kan direktså trots att de inte är direktsåmaskiner. Försöket var ett randomiserat split-plotförsök med sju upprepningar. Försöksrutorna var 3*40 m. Jordarten var styv lera (eng. heavy clay). Utsädesmängden var 700 grobara kärnor/m² och gödselgivan var 100 kg N, 15 kg P och 40 kg K. Tillverkarna av respektive såmaskin skötte inställningarna av sin maskin, inklusive sådjup. Skörden blev väldigt låg, även för finska förhållande. En regnig och kall sommar och växtsjukdomar ansågs vara de mest bidragande (Mikkola, muntlig, 2005). I Tabell 4 visas sådjup, antal skott samt avkastning för Tume Nova C med och utan förredskap (discar), Väderstad Rapid med och utan discar samt VM, en sammyllande såmaskin.

Tabell 4. Sådjup, antal skott/m² samt avkastning vid direktsådd av vårvete för olika såmaskiner (omarbetad efter Mikkola, muntlig, 2005).

	Tume Nova Combi	Tume Nova Combi +disc	VM	Väderstad Rapid	Väderstad Rapid + disc
Sådjup, cm	4,9	5,0	6,4	5,1	5,6
Antal skott/m ²					
- 31.5.2004	186	249	159	340	346
- 4.6.2004	262	310	224	456	414
- 18.6.2004	289	331	275	421	439
Skörd, kg/ha (14 % vh)	2197	2672	2296	2395	2476

På Västankvarn i södra Finland gjordes 2004 ett odlingsförsök med vårkorn där sådd med Tume Nova (med och utan CultiPack) jämfördes med sådd med Väderstad Rapid (med och utan system disc) (Figur 9). Jordarten på Västankvarn var en lättare lera (Alaspää, muntlig, 2005). I försöket ingick ett plöjt led, ett led som stubbkultiverats med stela pinnar samt ett led som direktsåddes.

Oberoende jämförelser för sådd på Västankvarn försöksstation, södra Finland 2004



Figur 9. Sådd av vårkorn med Väderstad Rapid och Tume Nova C med olika förbehandlingar (omarbetad efter Alaspää, muntlig, 2005).

Per Andersson på Väderstad (2005b) säger att Väderstads Rapid missgynnas i många av de finska försöken beroende på att de gör testerna vid direktsådd. Väderstad Rapid är ingen ren direktsåmaskin utan en bredare maskin som klarar direktsådd skapligt, men är bäst vid någon form av bearbetning före sådd.

Andersson (2005b) tror att resultaten för sådd med sammyllande maskiner samt Tume Nova säkert kan skilja sig mellan Finland och Sverige eftersom man använder andra sorters gödselmedel i Finland. I Finland används nästan bara kväve och inte så mycket eller inget fosfor och kalium eftersom tillförseln av dessa näringsämnen är reglerad genom landets jordbruksregler.

7.2.2 Svenska försök med sammyllning

Under tre år (2003-2005) har Väderstad gjort försök i Västergötland med placering av utsäde och gödning med samma bill. De har jämfört konventionell kombisådd (Väderstad Rapid) med sammyllande kombisådd med en Väderstad Rapid där gödseln placerats i en frölåda på maskinen (finns som extrautrustning) i stället för i gödselbehållaren. Från frölådan går ett rör ner till utsädesbillen. Denna metod fungerar dock bara i försök eftersom frölådans volym är liten och maskinen måste vidareutvecklas om konceptet verkar lovande. År 2005 var försommaren blöt vilket i försöken visar tendens till något bättre resultat för sammyllade led. Anledningen till att sammyllning kan fungera i Finland kan bl.a. bero på att de lägger relativt låga fosforgivor och att det ofta är relativt blött i marken vid sådd (Gruvaeus, muntlig, 2005). Resultaten av sammyllningen har varierat mycket under de tre försöksåren och det går ännu inte att dra någon klar slutsats om vilken metod som är den bästa, men sammyllning tenderar att vara fördelaktigt under fuktiga förhållanden. För korn var sammyllning det bästa alternativet 2003 och 2005 (Tabell 5 och Tabell 7), medan normal kombisådd var att föredra 2004 (Tabell 6). För vårraps var normal kombisådd klart överlägset sammyllning (Tabell 8). I alla led förutom till sammyllat korn 2003 och 2005, så var det en fördel att dela givan på två tillfällen.

Tabell 5. Sammyllningsförsök år 2003, av korn med Väderstad Rapid (Gruvaeus, muntlig, 2005).

Led	Skörd kg/ha 15 % vh	Rel. skörd	Vattenhalt i fält %	Plantor/m ² 2003-05-20
100 kg N som NPKS 17-4-13 normal kombisådd	4599	100	17,7	308
100 kg N som NPKS 17-4-13 i såraden	4885	106	16,9	343
50 kg N som NPKS 17-4-13 normal kombisådd + 60 kg N som KsS vid 2-3 blad	4688	102	17,5	285
50 kg N som NPKS 17-4-13 i såraden + 60 kg N som KsS vid 2-3 blad	4843	105	17,8	328

Tabell 6. Sammyllningsförsök år 2004, av korn med Väderstad Rapid (Gruvaeus, muntlig, 2005).

Led	Skörd kg/ha 15 % vh	Rel. skörd	Vattenhalt i fält %	Plantor/m ² 2004-04-23
100 kg N som NPKS 21-4-7 normal kombisådd	5922	100	16,0	383
100 kg N som NPKS 21-4-7 i såraden	5386	91	16,2	405
50 kg N som NPKS 18-6-12 normal kombisådd + 50 kg N som Ks vid 2-3 blad	6345	107	16,1	402
50 kg N som NPKS 18-6-12 i såraden + 50 kg N som Ks vid 2-3 blad	6160	104	16,1	421

Tabell 7. Sammyllningsförsök år 2005, av korn med Väderstad Rapid (Gruvaeus, muntlig, 2005).

Led	Skörd kg/ha 15 % vh	Rel. skörd	Vattenhalt %
100 kg N som NPKS 21-4-7 normal kombisådd	4727	100	15,6
100 kg N som NPKS 21-4-7 i såraden	5999	127	15,3
50 kg N som NPKS 17-6-10 normal kombisådd + 50 kg N som Axan vid 2-3 blad	5351	113	15,4
50 kg N som NPKS 17-6-10 i såraden + 50 kg N som Axan vid 2-3 blad	5832	123	15,2

Tabell 8. Sammyllningsförsök år 2005, av vårraps med Väderstad Rapid (Gruvaeus, muntlig, 2005).

Led	Skörd kg/ha 15 % vh	Rel. skörd	Vattenhalt i fält %	Oljehalt NIT %
130 kg N som NPKS 21-4-7 normal kombisådd	2346	100	13,7	51,8
130 kg N som NPKS 21-4-7 i såraden	1935	81	14,0	51,9
65 kg N som NPKS 17-6-10 normal kombisådd + 65 kg N som Axan tidigt-medio knoppstadium	2527	107	14,7	51,6
65 kg N som NPKS 17-6-10 i såraden + 65 kg N som Axan tidigt-mediokert	2292	96	13,9	52,0

II Fältförsök

8 Material och metoder

8.1 Tume Nova Combi

8.1.1 Gödselplacering

Tume Nova Combi (Figur 10) är en kombisåmaskin som kan användas för direktsådd eller för sådd i bearbetad jord. Den lägger gödsel och utsäde med samma bill, dock lite åtskilt. Eftersom gödsel och utsäde separeras något räknas maskinen inte som en sammyllande kombisåmaskin (Emgardsson, 2004b).

Genom att inte ha separata gödsel- och utsädesbillar, sparas komponenter vilket gör att maskinen blir lättare, enklare och kortare än den traditionella kombisåmaskinen.

Tume Nova Combi förenar

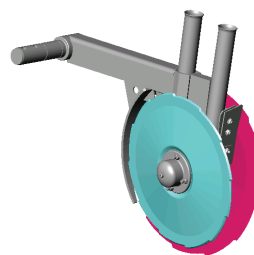
kombisåmaskinens egenskaper med den traditionella såmaskinens enklare uppbyggnad (Emgardsson, 2004b; Interforsts hemsida, 2005; Felleskjøpets hemsida, 2005).

Nova Combi har dubbla sårör som slutar på två olika djup i en dubbel skivbill (Emgardsson, 2003; Emgardsson, 2004b; Interforsts hemsida, 2005). Gödseln placeras något djupare och lite åt sidan från utsädesraden. Placeringen varierar något mellan olika förhållanden (bl.a. beroende på hur jorden bearbetats, jordart, markfukt och körhastighet). Vid direktsådd blir avståndet mellan utsäde och gödning ofta mindre än i bearbetad jord. Vid minimerad bearbetning (kultivator, spadrullharv etc.) placeras gödseln mestadels 2 cm under och 2 cm vid sidan om utsädet. Pekka Alaspää, forsknings- och utvecklingschef vid Tume-Agri Oy säger att det är självklart att Tume Nova C blandar utsäde och gödning något, men att maskinen är en bra kompromiss mellan den traditionella kombisåmaskinen med separata gödselbillar och sammyllning där utsäde och gödning placeras fullständigt tillsammans (ex. VM; Juko Multi-One, Junkkari Multiseed m.fl.). Den dubbla skivbillen är försedd med ett plasthinder (se Figur 12) för att hindra gödsel och utsäde från att blandas. Det finns också en bakre plastbit som ska förhindra att enstaka kärnor hamnar på markytan bakom billen (Alaspää, muntlig, 2005).

Den dubbla skivbillen består av två tandade skivor med olika diametrar som är något förskjutna till varandra (se Figur 11). Gödseltallriken är 40 cm i diameter och utsädestallriken är 36 cm i diameter (Alaspää, muntlig,



Figur 10. Tume Nova Combi med en Cultipack mellan traktor och såmaskin (TUME, 2004).



Figur 11. Skivbill (Tume, 2004).



Figur 12. Plasthinder (Tume, 2004).

2005). Genom att diametrarna är olika och rotationshastigheten således blir olika, håller sig tallrikarna rena (Emgardsson, 2003; Emgardsson, 2004b; Felleskjøpets hemsida, 2005). Den större skivan arbetar ca 20 mm djupare än den mindre skivan. Man skulle kunna tänka sig att den större skivan slets snabbare än den mindre och att avståndet mellan utsäde och gödning därmed skulle minska med tiden. På Tumefabriken säger man att detta skulle kunna stämma, men att de har haft maskiner som gått 2000 ha i aggressiva förhållanden i Baltikum där de ännu inte sett några problem. Skivorna har en mycket hård ytterkant med utmärkt slitstyrka (Alaspää, muntlig, 2005).

Framför varje såbill sitter ett djuphållningshjul som ger ett exakt såddjup, även på ojämnt underlag, och bakom går en myllartallrik (Emgardsson, 2003; Emgardsson, 2004b; Felleskjøpets hemsida, 2005). Såbillarna är uppdelade i sektioner, vilket gör maskinen mycket följsam i ojämn terräng. Uppdelningen i sektioner leder också till att billarna inte går olika djupt i marken, utan istället lägger fröet på det djup i marken där groningen är optimal. Billens konstruktion ska ge en placering där utsäde och gödning hamnar på perfekt avstånd från varandra och på rätt djup, för att groningen inte ska hämmas och gödningen ska användas optimalt (Interforsts hemsida, 2005). Belastningen på billarna kan varieras från 40-200 kg (Felleskjøpets hemsida, 2005). Maskinen har ett vältsystem bestående av gummihjul, som går över hela maskinens bredd och effektivt men skonsamt packar jorden. Precis som billarna, så är hjulen flexibla och följer terrängen. Därmed är det möjligt att få en likartad packning av jorden längs hela såmaskinens bredd (Emgardsson, 2003; Interforsts hemsida, 2005).

Kunderna är mycket nöjda med Novabillen som har en säker funktion i olika förhållanden och har en tillräckligt noggrann gödsel/utsädesplacering. De uppskattar också Novans jämna såddjup som inte nämnvärt påverkas av mängden gödning och utsäde i behållaren, jordartsvariationer osv. (Alaspää, muntlig, 2005).

Tumefabriken rekommenderar normala utsädesmängder för Tume Nova C (Alaspää, muntlig, 2005).

8.1.2 CultiPack

På maskinen finns ett tvåaxlat mellanredskap (CultiPack) bestående av tallrikar, S-pinnar eller gåsfotsskär. CultiPack monteras mellan traktorn och såmaskinen (se figur 9). Ett motsvarande redskap, CultiFront, monteras i traktorns front (Emgardsson, 2004b; Interforsts hemsida, 2005). Redskapen går också att använda var för sig, utan att ha dem kopplade till såmaskinen. Med CultiPack blir marken genomskuren redan vid första överfarten och inblandningen av organiskt material blir optimal. Redskapen bearbetar uteslutande det översta jordlagret ner till några få centimetrars djup. CultiPack är idealisk till reducerad bearbetning. Även vid körning direkt i stubben är tekniken effektiv, då jorden harvas lätt innan sådden. På CultiPack sitter packvalsar av gummihjul över hela arbetsbredden. Nokka-Tume i Finland producerar såmaskinen och bearbetningsredskapen (Interforsts hemsida, 2005).

8.2 Sådd

Till grund för examensarbetet låg ett fältförsök (R13-4011 samt R13-4011B) på Lönnstorps försöksstation, Alnarp, där sådd med en traditionell kombisåmaskin (Väderstad Rapid 400 C) jämfördes med en kombisåmaskin som lade utsäde och gödning med samma bill (Tume Nova Combi 4000). I försöket ingick 6 led med 5 upprepningar (5 block), totalt 30 rutor (se bilaga 1). Varje försöksruta (bruttoruta) var 4 m bred och 24 meter lång. Detta innebär att försöket blev 24 m brett (ett sprutdrag) och 120 m långt. Skörderutan (nettorutan) var 1,6 m bred och 15,80 m lång. Försöksleden benämnes enligt följande:

1a = Väderstad Rapid, 100 % utsäde, 100 % gödsel

1b = Väderstad Rapid, 120 % utsäde, 100 % gödsel

1c = Väderstad Rapid, 100 % utsäde, 0 % gödsel

2a = Tume Nova, 100 % utsäde, 100 % gödsel
2b = Tume Nova, 120 % utsäde, 100 % gödsel
2c = Tume Nova, 100 % utsäde, 0 % gödsel

120 % utsäde användes med förhoppningen att detta med god marginal skulle kompensera för en eventuellt lägre plantuppkomst orsakat av saltskador i Novaleden, eftersom utsäde och gödsel placeras nära varandra med denna maskin. Det ogödslade ledet användes som en referens för att visa att det verkligen var gödselplaceringen som utgjorde skillnaden i resultat och inte maskinernas uppbyggnad och bearbetande verkan.

Ledens placering inom varje block slumpades ut med hjälp av en sexsidig tärning. Grödan i försöket var malkorn av sorten Pasadena. Eftersom jorden på försöksplatsen hade ett högt P- och K-innehåll, gödslades försöket enbart med N27 (kalkkammonsalpeter, 27 % N varav hälften är i form av nitrat och hälften ammonium).

I alla led användes respektive såmaskins förredskap för att bearbeta jorden. Sådden skedde den 7 april 2005 (R13-4011B). P.g.a. för djupt ställda konstgödselbilar på Väderstad Rapid, blev dessa igensatta av jord och försöket kunde därmed inte användas. Sådden med Tume Nova var det dock inget fel på. Hela försöket fick därmed sås på en ny bit mark på samma fält ca 20 m bort från den ursprungliga försöksplatsen. 5 dagar senare, den 12 april 2005, såddes försöket på nytt (R13-4011), denna gång utan komplikationer. Dessa försök kommer i fortsättningen benämnas som tidigt sått respektive sent sått försök, där endast Novaleden behandlas i det tidigt sådda försöket.

För sådden användes Alnarps egendoms traktor (JD 4455) på 160 hk samt egendomens Väderstad Rapid från år 2000. Tume Novan lånades av maskinförsäljningsföretaget AGCO. Maskinen levererades till egendomen ca 1 vecka innan första såförsöket, för att föraren skulle hinna använda och vänja sig vid maskinen innan försöket utfördes. Ca 45 ha vårvete såddes på Alnarps egendom innan försöket såddes. Samma traktor användes till båda såmaskinerna i försöket för att få så få skillnader mellan leden som möjligt. Inga dragkraftsmätningar gjordes, men föraren upplevde att traktorn gick lika tungt med de båda olika såmaskinerna. För led 2a (Tume Nova, 100 % utsäde, 100 % gödsel) ställdes utsädesgivan till 170 kg/ha och konstgödselgivan till 380 kg N27/ha (102,6 kg N) enligt Alnarps egendoms praxis. På en 80 m lång sträcka utfördes ett fältprov (ger säkrare resultat än ett vridprov) med Tume Nova vilket var den maskin som användes först. Varje prov vägdes på en kalibrerad våg vid Lönnstorps försöksstation. Led 2a, 2b och 2c såddes. När alla Nova-led var sådda, kopplades istället Väderstad Rapid bakom traktorn och fältprov kördes för att justera in samma utsädes- och gödselmängd som för Tume Nova.

8.2.1 Fältdata

Jordart: 15 % lerhalt, på gränsen mellan lerig jord och lättlera, mullhalt 3 %.

Förfrukt: Korn

Bearbetningar: Ogräsbekämpad med Roundup i stubben före höstplöjning (22 cm djupt). Harvades en gång (4-5 cm djupt) med en 6 m Dubblett Record harv dagen före den tidiga sådden och tre dagar före den sena sådden. Tyvärr fick det harvade fältet ligga lite innan det såddes. Det blev då för torrt vilket resulterade i att en viss randighet lämnades efter harven i en del rutor efter sådd. Dessa spår syntes i den växande grödan.

Bekämpningar: Ogräsbekämpning med 1 tablett Express, 0,4 l Starane och 1 l MCPA den 19 maj. Ingen svampbekämpning behövdes. Lusbekämpning med 0,2 kg Pirimor den 30 juni.

N-profil: den 8 april togs jordprover ut och skickades till AnalyCen för analysering av kväveinnehållet. I skiktet 0-30 cm fanns 37,9 kg N (8,9 kg ammonium och 29,0 kg nitrat) och i skiktet 30-60 cm fanns 21,6 kg N (2,0 kg ammonium och 19,6 kg nitrat). Kväveinnehållet

var mycket högt i profilen, då det normala värdet i profilen (0-60 cm) efter en korngröda brukar vara ca. 30 kg.

8.3 Såbäddsundersökning och sådjup

På eftermiddagen den 12 april 2005 utfördes en såbäddsundersökning och djupkontroll i det sent sådda försöket vilket såtts tidigare under dagen. Undersökningen utfördes av Nilsson & Nilsson, 2005, där de följde etableringen i detta försök. Ingen undersökning gjordes i det tidigt sådda försöket eftersom det vid den tidpunkten inte var tänkt att användas. Det var viktigt att utföra såbäddsundersökningen snarast innan konstgödseln smälte, vilket skulle göra det svårare att bestämma sådjupet. Ett par upprepningar av såbäddsundersökningen gjordes för respektive såmaskin.

8.4 Uppkomst

8.4.1 Uppkomst för sent sått försök

Uppgifter om uppkomstdatum för de olika leden saknas dessvärre.

Den andra maj (20 dagar efter sådd) räknade lantmästarstudenterna antalet uppkomna plantor (DC 21) i det sent sådda försöket. I varje ruta räknades antalet plantor längs en löpmeter på fyra olika ställen, dvs. fyra upprepningar. För att få antalet plantor per kvadratmeter, multipliceras antalet plantor per löpmeter med åtta. Det var inga svårigheter att avgöra vad som var en planta. Resultaten behandlades i statistikprogrammet SAS där en variansanalys utfördes, följt av ett REGWQ-test på 5 % signifikansnivå (SAS Inst Inc., 2005). De ogödslade leden ingick inte i REGWQ-testet. För de ogödslade kontrolleren utfördes ett t-test för att se om det var någon signifikant skillnad mellan 1c och 2c.

8.4.2 Uppkomst för Novan i tidigt samt sent sått försök

Lantmästarstudenterna räknade enbart antal uppkomna plantor i det sent sådda försöket, men noterade att beståndet för Novas del såg bättre ut i det tidigt än sent sådda försöket. En ny planräkning gjordes därför den 21+22 maj 2005 i alla rutor sådda med Novan, både i det tidiga och sena försöket. För att få antalet plantor per kvadratmeter, multipliceras antalet plantor per löpmeter med åtta. Planräkningen utfördes på samma vis som den första räkningen. Ett problem var att plantorna nu hunnit bestocka sig, varvid det var svårt att avgöra vad som var en planta. Eftersom det finns fyra upprepningar för varje ruta bör felen jämnas ut och förhoppningsvis vara "lika fel" för alla led. Av denna anledning kan resultaten bara jämföras inbördes mellan Novaleden eftersom ingen räkning gjordes vid detta tillfälle i leden med Rapid. Antalet plantor är heller inte det samma för Novaleden i de två olika planräkningarna, dels beroende på att det varit olika personer som räknat men framförallt p.g.a. svårigheten vid det senare tillfället av att veta vad som var en planta. Resultaten behandlades i statistikprogrammet SAS där en variansanalys utfördes, följt av ett REGWQ-test på 5 % signifikansnivå (SAS Inst Inc., 2005). Det ogödslade ledet ingick inte i REGWQ-testet.

8.5 Rotstudie

För att studera rötternas utveckling i de olika försöksleden grävdes gropar i den växande grödan. Groparna grävdes ca 12-15 cm djupa och 3-4 rader breda (40-50 cm). Groparna placerades så att solen lyste mot den vägg som skulle undersökas. Genom att ligga på magen i fältet gick det att se rötterna väl. Rötterna frilades genom att försiktigt peta bort jorden med en kniv. Vatten från en sprayflaska användes för att ytterligare tvätta fram rötterna. Fotografien av rotsystemen togs sedan med digitalkamera och rötternas utseende ritades av och beskrevs. Studien utfördes den 14 och 15 juni, 2005. Rutorna som behandlades i det sent sådda försöket

var följande:

Block 3 - 2b

Block 3 – 1b

Block 3 – 1c

Block 4 – 2c

Block 4 – 2a

Block 4 – 1a

I det tidigt sådda försöket grävdes en grop i ruta Block 4 – 2a. Då rötterna här hade samma karaktär här som i det sent sådda försöket, verkade det rimligt att rötternas orientering inte påverkats av sådatumet och inga undersökningar gjordes därför i det tidigt sådda försöket.

Den 14 juni 2005 var marken mycket fuktig och därmed lätt att gräva i efter föregående dags häftiga regnväder. Vädret var soligt och ca 20°C. Den 15 juni 2005 var det tidvis lite mulet och däremellan soligt, ca 20°C och fortfarande fuktig mark.

Alla gropar utom Block 3 – 1c grävdes den första dagen. Endast Block 4 – 1a blev undersökt fullständigt under denna dag. Övriga gropar fick ligga öppna över natten. Avläsningarna verkade inte påverkas negativt av att groparna inte var nygrävda. Block 3 – 1c grävdes och undersöktes dag 2.

8.6 Plantgradering

Plantornas utveckling i fält följdes under växtsäsongen genom att vid 4 tillfällen (9 och 20 juni, 6 juli samt 9 augusti) vandra runt bland försöksrutorna och notera skillnader mellan leden, luckighet, utvecklingsstadium, färg m.m. Utvecklingsstadier angavs enligt Zadoks DC-skala (Jordbruksverket, 2005).

Bestånden graderades även från 0-10 av Åke Huhtapalo (ovetandes om i vilka rutor de olika leden var placerade) vid två tillfällen (2005-05-13 och 2005-06-14).

8.7 Axräkning

Den 22 juli räknades antal ax/löpmeter. I det tidigt sådda försöket räknades enbart ax i led 2a och 2c i block 2-5, då övriga rutor inte skulle skördas. Alla ax räknades, även mycket små ax. Axen räknades i en sårad, ca 0,5 m in från vardera långsidan i rutorna. Två löpmetrar per ruta undersöktes. Axantalet räknades om till antal ax/m² genom att multiplicera antalet ax/löpmeter med åtta, vilket ger antalet rader/m². Med fler beräkningar per ruta hade resultaten blivit mer tillförlitliga eftersom slumpen kan spela en stor roll när enbart två beräkningar används. Detta graderingssätt är dock det som används av försökspersonalen vid odlingsförsök på Alnarp. Resultaten behandlades i statistikprogrammet SAS där en variansanalys utfördes, följt av ett REGWQ-test på 5 % signifikansnivå (SAS Inst Inc., 2005). De ogödslade leden ingick inte i REGWQ-testet. För de ogödslade kontrollleden utfördes ett t-test för att se om det var någon signifikant skillnad mellan 1c och 2c.

8.8 Skörd

Försöket skördades med en parcelltröska den 9 augusti 2005 av försökspersonalen på Lönnstorps försöksstation, Alnarp. I det tidigt sådda försöket skördades endast rutorna 2a och 2c i block 2-5. Övriga rutor var inte användbara pga. såmistor. I det sent sådda försöket skördades alla försökets rutor. Resultaten behandlades i statistikprogrammet SAS där en variansanalys utfördes, följt av ett REGWQ-test på 5 % signifikansnivå (SAS Inst Inc., 2005). De ogödslade leden ingick inte i REGWQ-testet. För de ogödslade kontrollleden utfördes ett t-test för att se om det var någon signifikant skillnad mellan 1c och 2c.

Vid odling av malkorn är det inte bara skördens storlek som är av intresse utan även malkornskvaliteten eftersom denna är betalningsgrundande. Som malkorn räknas kärnor

med en diameter $> 2,5$ mm. Därför har en enklare kalkyl upprättats för att se det ekonomiska utfallet i de olika leden beroende på malkornskvaliteten. Proteinhalten är en kvalitetsparameter och denna analyserades ledvis och inte för varje parcell.

9 Resultat

9.1 Sådd

I Figur 13 visas ett foto av hur försöksfältet såg ut efter bearbetningen innan sådd. Det visade sig att då Tume Nova ställdes in på 170 kg/ha utsäde och 380 kg N27/ha (100 % utsäde, 100 % gödsel) så matade den i verkligheten ut 160 kg utsäde/ha och 367 kg N27/ha (99 kg N27 per ha). Detta sattes därmed som bas för alla led. I led 2b (Tume Nova, 120 % utsäde, 100 % gödsel) visade ett fältprov på att Tume Nova i verkligheten matade ut 200 kg utsäde/ha, vilket innebar 125 % utsäde i stället för 120 %. I led 2c (Tume Nova, 100 % utsäde, 0 % gödsel) stängdes konstgödselutmatningen av och utsädesmängden var 160 kg/ha. Efter ett par justeringar på Väderstad Rapid var utmatningen 160 kg utsäde/ha och 367 kg N27/ha, dvs. exakt samma giva för led 1a och 2a. I led 1b med ökad utsädesgiva (numera 125 % utsäde), matade Väderstad Rapid ut 202 kg utsäde/ha jämfört med 200 kg/ha för Tume Nova. Utmatningen var den samma både i det tidigt och sent sådda försöket. De verkliga leden i försöket ser alltså ut som följande:

- 1a = Väderstad Rapid, 100 % utsäde, 100 % gödsel
- 1b = Väderstad Rapid, 125 % utsäde, 100 % gödsel
- 1c = Väderstad Rapid, 100 % utsäde, 0 % gödsel
- 2a = Tume Nova, 100 % utsäde, 100 % gödsel
- 2b = Tume Nova, 125 % utsäde, 100 % gödsel
- 2c = Tume Nova, 100 % utsäde, 0 % gödsel



Figur 13. Innan sådd på försöksplatsen (Nilsson & Nilsson, 2005).

Till det tidigt sådda försöket kom regn direkt efter sådd (6 mm) medan det var torrt väldigt länge efter den sena sådden (väderdata visas i bilaga 4). Eftersom de flesta av försöksrutorna sådda med Tume Nova gick att använda i det tidigt sådda försöken (i en del rutor fanns mistor beroende på att spårmarkörerna av misstag varit tillslagna), kan man för Tumens del nästan

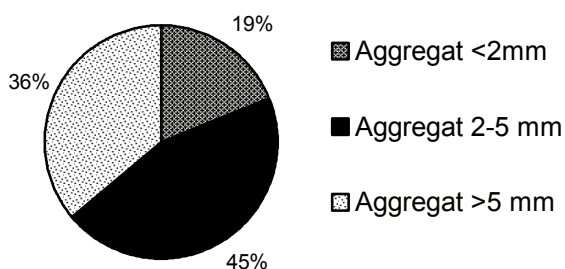
säga att man har ett försök under fuktiga förhållanden och ett under torra. För Väderstad Rapids del finns det bara försök från torra förhållanden.

9.1.1 Väder

Temperatur och nederbörd mättes varje dag med ett klimatspjut på försöksstationen. Ett diagram med dagstemperaturerna finns i bilaga 5. Tyvärr var något fel på spjutet och inga regnmätningar finns därifrån före den 10 juli 2005. Ett diagram i bilaga 5 visar nederbörden mellan 2005.07.10 och 2005.08.09 då försöken skördades. Under denna period regnade det totalt 104 mm. Regnmätningar med en vanlig regnmätare utfördes av försökspersonalen på Lönnstorp. Dock tömdes inte mätaren regelbundet och de uppmätta värdena kan därmed komma från mer än en regnskur och kan ha bokförts på fel månad. Totalt uppmättes 162 mm nederbörd från sådd av det sent sådda försöket fram till skörd. För det tidigt sådda försöket blev motsvarande siffra 168 mm. I april uppmättes 6 mm dagen efter den tidiga sådden. Ytterligare 3 mm kom i slutet på månaden. Följande månader uppmättes: 22 mm i maj, 58 mm i juni, 28 mm i juli och 51 mm i augusti fram till skörden den 9 augusti.

9.2 Såbäddsundersökning och sådjup

Det visade sig att såbäddens fraktionsfördelning var lika för de båda maskinerna. Materialet i såbädden över hela försöksplatsen var fördelat i följande fraktioner (Figur 14):



Figur 14. Storleksfördelning i såbädden (omarbetat efter Nilsson & Nilsson, 2005).

Djupet på såbädden var i medeltal 3 cm.

Sådjupet i Novaleden var mellan 4 och 4,5 cm. Utsäde och gödning såg ut att ligga blandat på samma djup och i samma sträng (Figur 15). Enligt tillverkaren ska Tume Nova lägga gödningen något under utsädet. För Rapidleden var sådjupet mellan 3 till 3,5 cm och konstgödseln låg på 5 till 5,5 cm djup.

Avsikten var att djupet för de två maskinerna skulle vara samma, men vid såbäddsundersökningen visade det sig att Tume Nova inte höll det sådjup i försöket som man uppmätt när maskinen ställdes in för önskat djup innan försökets start.



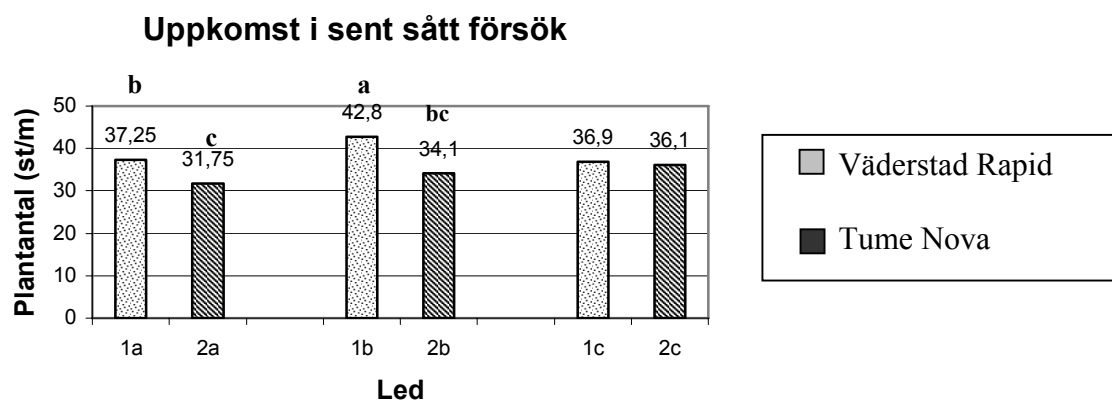
Figur 15. Tumens konstgödsel- och fröplacering (Nilsson & Nilsson, 2005).

9.3 Uppkomst

9.3.1 Uppkomst för sent sått försök

Vid planträkning den andra maj (20 dagar efter sådd) hade Väderstad Rapid signifikant fler uppkomna plantor än Tume Nova i alla gödslade led (a och b) (Figur 16). Dock finns ingen signifikant skillnad mellan Väderstad Rapid med normal utsädesmängd (1a) och Tume Nova med ökad utsädesmängd (2b). Däremot är skillnaden i plantantal signifikant mellan Väderstad Rapid med normal utsädesmängd (1a) och Tume Nova med normal utsädesmängd (2a).

Uppkomsten för Tume Nova är högst i ledet utan gödning (2c), näst högst i ledet med ökad utsädesmängd (2b) och lägst i normal ledet (2a). Detta tyder på att groningen varit dålig i de gödslade leden pga. hög saltkoncentration i marken som en följd av torrt väder efter sådd. Det finns ingen signifikant skillnad mellan Tume Nova leden med normal (2a) respektive ökad utsädesmängd (2b). För Väderstad Rapid var uppkomsten högst vid ökad utsädesmängd (1b), nästan samma i normal ledet (1a) och det ogödslade ledet (1c). Detta skulle då bevisa att kärnorna som såtts med Väderstad Rapid inte utsatts för höga saltkoncentrationer, trots det torra vädret. Kontrollerna utan gödseltillsats (1c och 2c) ingick inte i den statistiska analysen av övriga led, utan behandlades separat. Signifikans saknas mellan de två ogödslade leden. Plantantalet per kvadratmeter varierade från 250-342.

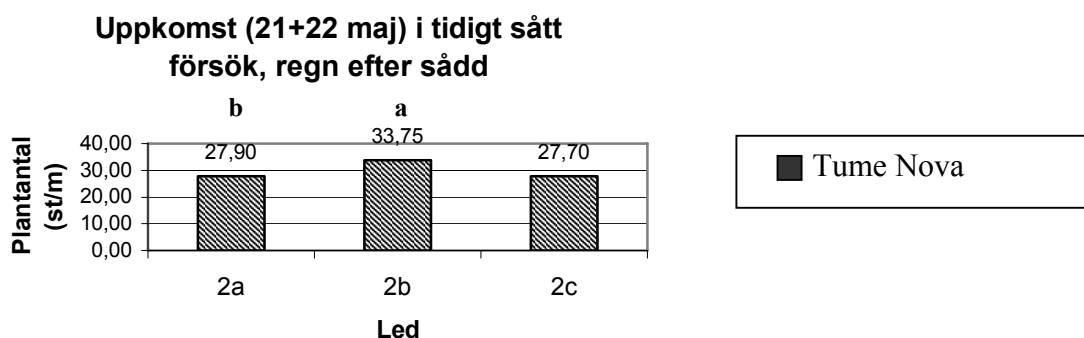


Figur 16. Antalet uppkomna plantor i medeltal per löpmeter vid planträkning den 2 maj 2005. Led med samma bokstav är inte signifikant skiljda åt (REGWQ på nivå 5 %). De ogödslade kontrollleden har behandlats separat (t-test) och var inte signifikant skiljda åt.

1 = Väderstad Rapid, 2 = Tume Nova, a = 160 kg utsäde och 367 kg gödning per ha
b = 200 kg utsäde och 367 kg gödning per ha, c = 160 kg utsäde och 0 kg gödning per ha

9.3.2 Uppkomst för Novan i tidigt samt sent sått försök

Plantantalet den 2 maj i det sent sådda försöket kan inte jämföras med planträkningen som utfördes den 21+22 maj. Men trots allt går det att för Tume Nova Combi se en trend för hur plantantalet påverkats av såtidpunkten eller kanske framför allt av regn jämfört med torrt väder efter sådd. Figur 17 (tidigt sått försök) visar att en ökning av utsädesmängden med 25 % resulterade i en plantökning på 21 %. De 4 % som utgör differensen mellan dessa två, ligger inom den godkända felmarginalen. 2a är signifikant skild från 2b. Att plantantalet är samma (ingen signifikant skillnad) i led 2a och 2c (ingen gödning) som båda har samma utsädesmängd, tyder på att inga saltskador uppstått i de gödslade leden, vilket kan vara regnets förtjänst genom att saltkoncentrationen runt kärnorna späts ut till en icke toxisk nivå. Denna utspädningseffekt är dock bara tillfällig, till dess att marken åter torkar upp igen. Hur länge denna utspädningseffekt varar är inte känt. Antalet plantor per kvadratmeter varierade från 222-270.



Figur 17. Antalet uppkomna plantor i medeltal per löpmeter vid planträkning den 21+22 maj 2005. Led med samma bokstav är inte signifikant skilda åt (REGWQ på nivå 5 %). Det ogödslade kontrolledet ingår inte i den statistiska analysen.

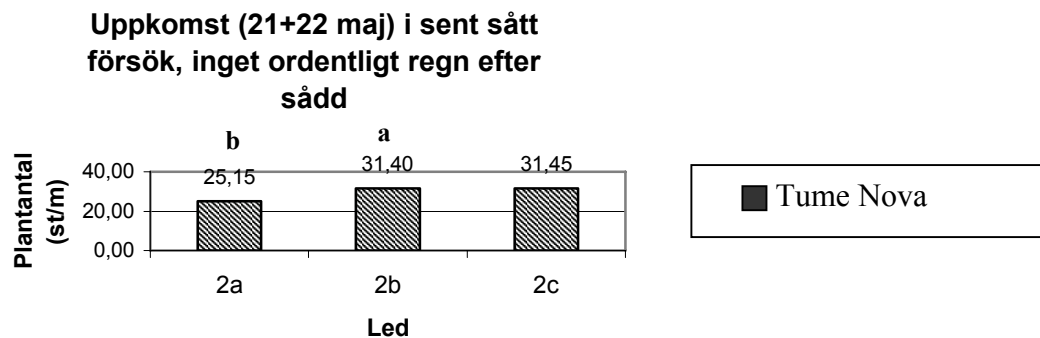
2 = Tume Nova, a = 160 kg utsäde och 367 kg gödning per ha

b = 200 kg utsäde och 367 kg gödning per ha, c = 160 kg utsäde och 0 kg gödning per ha

I Figur 18 (sent sått försök) ser man att en ökning med 25 % utsäde ger 25 % fler plantor, vilket var förväntat. Figuren visar även att plantantalet var lika stort i led 2b och 2c. Detta tyder på att eftersom det inte kom något regn efter sådd utan var väldigt torrt, så har groningen hämmats av den höga saltkoncentrationen i marken. Det krävs således 25 % mer utsäde än i normalledet (2a) för att kompensera för den dåliga groningen som orsakats av hög saltkoncentration runt kärnan. 2a är signifikant skild ifrån både 2b.

Att plantantalet inte blir det samma för det ogödslade ledet (2c) i det sent jämfört med tidigt sådda försöket, beror med största sannolikhet på att plantorna har haft olika förutsättningar genom att de såtts med fem dagars mellanrum samt att det kom regn direkt efter den tidiga sådden.

Antalet plantor per kvadratmeter varierade från 201-252.



Figur 18. Antalet uppkomna plantor i medeltal per löpmeter vid planträkning den 21+22 maj 2005. Led med samma bokstav är inte signifikant skiljda åt (REGWQ på nivå 5 %). Det ogödslade kontrolledet ingår inte i den statistiska analysen.

2 = Tume Nova, a = 160 kg utsäde och 367 kg gödning per ha

b = 200 kg utsäde och 367 kg gödning per ha, c = 160 kg utsäde och 0 kg gödning per ha

9.3.3 Rotstudie

Förtätningar runt gödselsträngen kändes tydligt då man pillade med kniven i jorden.

Block 4 – 1a (Väderstad Rapid 160 kg utsäde och 367 kg gödning per ha)

Ordentligt med rötter ner till ca 14 cm djup direkt under plantan, där rötterna växer mest rakt ner. Både tjocka och tunna rötter, vita och fina. Runt gödselsträngen fanns ett tjockt nystan av tunna rötter ner till ca 9 cm djup (Figur 19).



Figur 19. 1a - Rötterna koncentreras runt gödselsträngen i vartannat såradsmellanrum (foto: Lena Haby).

Block 4 – 2a (Tume Nova 160 kg utsäde och 367 kg gödning per ha)

Rötterna var koncentrerade till området under plantan (Figur 20). Både tjocka och tunna rötter, vita och fina. Ett nystan av tunna rötter fanns under plantan runt gödselsträngen. Nystanet var 4 cm brett och 3,5 cm högt. Gödselkorn hittades på 3 samt 5 cm djup under markytan (såbädden har sjunkit ihop med ca 50 % sedan sådd och därför ligger gödningen ytligare än vid sådden). Det fanns ordentligt med rötter ner till ca 11 cm djup under markytan. Rotmängden var mycket mindre i denna ruta än i Block 4 – 1a.



Figur 20. 2a - Rötterna koncentreras runt gödselsträngen under varje planta (foto: Lena Haby).

Block 4 – 2c (Tume Nova 160 kg utsäde och 0 kg gödning per ha)
och Block 3 – 1c (Väderstad Rapid 160 kg utsäde och 0 kg gödning per ha)
Få rötter. Mest tunna rötter, enstaka tjocka. Alla rötter går rakt ner (Figur 21). Vita och fina
rötter.



Figur 21. 2c - Koncentration av rötter saknas. Rötterna är tunna och går rakt ner (foto: Lena Haby).

Block 3 – 1b (Väderstad Rapid 200 kg utsäde och 367 kg gödning per ha) (Figur 22).
Gödselkorn hittades på 6 och 7 cm djup under markytan (såbädden har sjunkit ihop med ca 50 % sedan sådd och därför ligger gödningen ytligare än vid sådden). I övrigt, se block 4 – 1a.



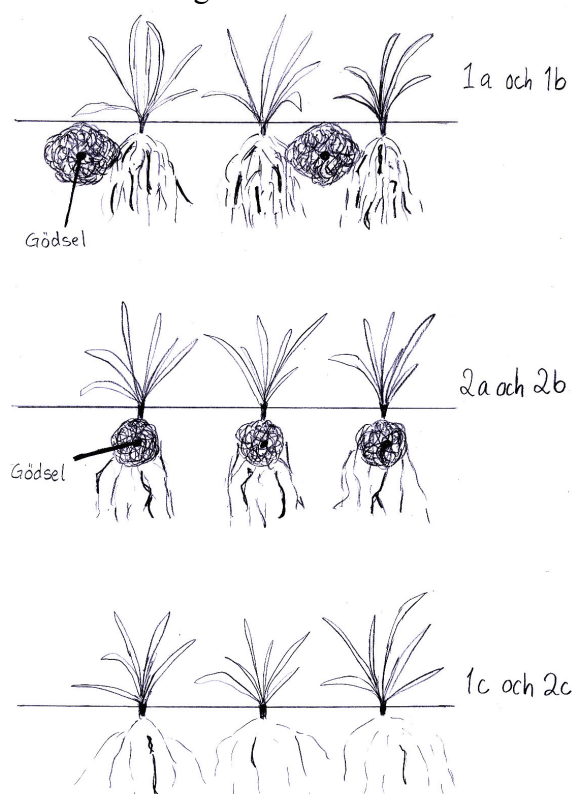
Figur 22. 1b- Rötterna koncentreras runt gödselstängen i vartannat såradsmellanrum (foto Lena Haby).

Block 3 – 2b (Tume Nova 200 kg utsäde och 367 kg gödning per ha) (Figur 23)
Se block 4 – 2a.



Figur 23. 2b - Rötterna koncentreras runt gödselstängen under varje planta (foto Lena Haby).

I Figur 24 nedan har rötternas utveckling i de olika leden avbildats schematiskt.



Figur 24. Rötternas utveckling i de olika leden (Bild: Lena Haby)

1 = Väderstad Rapid, 2 = Tume Nova

a = 160 kg utsäde och 367 kg gödning per ha

b = 200 kg utsäde och 367 kg gödning per ha

c = 160 kg utsäde och 0 kg gödning per ha

9.4 Plantgradering

9.4.1 9 juni 2005:

Tidigt sått försök: Flaggbladet var just synligt (DC 37) i 1c och 1b. På plantorna från övriga rutor syntes inga flaggblad ännu.

C-rutor var gulgröna och ingen skillnad i höjd kunde ses mellan 1c och 2c rutor. Här fanns inte heller någon luckighet. I 2a och 2b rutor finns inte den luckighet som i det sent sådda försöket. Novaleden verkar här mer lika Rapidleden. Svårt att jämföra med Väderstad Rapid här då många Rapidrutor har såmistor.

Sent sått försök: Inga flaggblad syntes än. 2a och 2b-rutor hade något luckiga bestånd. C-rutor var gulgröna och ingen skillnad i höjd kunde ses mellan 1c och 2c rutor. Här fanns inte heller någon luckighet.

9.4.2 20 juni 2005:

Tidigt sått försök: Flaggbladets slida vidgad (DC 45) i de flesta försöksrutorna. I en del rutor började axborsten komma fram (DC 49) och i en del rutor var axen på väg ur holk (mellan DC 49 och DC 55). Skillnaderna gick inte att härleda till de olika försöksleden.

Sent sått försök: Axborsten började komma fram (DC 49) i alla försöksrutor.

9.4.3 6 juli 2005:

Tidigt sått försök: Vid detta utvecklingsstadium var det mycket svårt att se några skillnader mellan de olika leden, med undantag för de ogödslade leden. Dvs. 1a, 1b, 2a och 2b såg

likadana ut. Ingen skillnad kunde ses mellan 1c och 2c rutor. Vitare och något fastare innehåll i kärnorna (DC 85) än i det sent sådda försöket.

Sent sått försök: Vid detta utvecklingsstadium var det mycket svårt att se några skillnader mellan de olika leden, med undantag för de ogödslade leden. D.v.s. 1a, 1b, 2a och 2b såg likadana ut. Ingen skillnad kunde ses mellan 1c och 2c rutor. Det mesta av den tidigare luckigheten hade försvunnit. Den luckighet som fanns kvar behöver inte nödvändigtvis bero på saltskador, utan kan bero på ojämnharvning. Alla rutor hade kärnor med ett gult kletigt innehåll (DC 83).

9.4.4 9 augusti 2005 - skördedagen

Mognaden såg ganska jämn ut vid jämförelse mellan olika försöksrutor. I en del rutor fanns grönare strå i luckor. Inget samband ses med de olika försöksleden i relation till förekomsten av gröna strån.

9.4.5 Gradering från 0-10

Nedan visas i tabell 9-13 en gradering från 0-10 av beståndstäthet, färg, spår, bladskador och jämnhet utförd av Åke Huhtapalo, pensionerad jordbearbetningsforskare. Graderingen utfördes endast i det sent sådda försöket. I bilaga 2 visas resultat för respektive försöksruta.

Tabell 9. Beståndstäthet

2005.05.13

Led	Medel
1a	9,6+
1b	10,0+
2a	5,6
2b	7,2
1c	9,6
2c	10,0

2005.06.14

Led	Medel
1a	10,0
1b	10,0+
2a	8,0
2b	9,0
1c	10,0
2c	10,0

Beståndstätheten är graderad från 0-10+, där 0 = inget bestånd alls och 10 = perfekt. 10+ = extremt tätt, dvs. för tätt bestånd. Beståndstäthet \geq anses som acceptabel täthet.

Tabell 10. Färg

2005.05.13

Led	Medel
1a	8,4
1b	9,2
2a	6,8
2b	6,8
1c	7,6
2c	6,8

2005.06.14

Led	Medel
1a	10,0
1b	10,0
2a	10,0
2b	10,0
1c	9,0
2c	9,0

Färgen på bestånden är graderade från 0-10, där 0 = gult och 10 = mörkgrönt.

Tabell 11. Spår

2005.05.13

Led	Medel
1a	9,2
1b	9,6
2a	9,6
2b	9,4
1c	9,4
2c	10,0

2005.06.14

Led	Medel
1a	9,2
1b	8,8
2a	9,0
2b	9,0
1c	9,2
2c	9,6

Spår fanns diagonalt över vissa rutor. Spårigheten har bedömts från 0-10, där 0 = hela rutan består av spår och 10 = inga spår finns i rutan.

Tabell 12. Bladskador

2005.05.13

Led	Medel
1a	10,0
1b	10,0
2a	9,6
2b	9,4
1c	10,0
2c	10,0

Bladskador bedömdes från 0-10 på tidiga blad, där 0 = alla blad är skadade och 10 = inga blad är skadade.

Egentligen var det lite för sent att titta på bladskador orsakat av gödselbränning. Detta hade med fördel utförts 2-3 veckor tidigare. Därför gjordes inte heller någon bedömning 2005.06.14.

Tabell 13. Jämnhet

2005.05.13

Led	Medel
1a	10,0
1b	10,0
2a	8,0
2b	8,0
1c	10,0
2c	10,0

2005.06.14

Led	Medel
1a	9,4
1b	9,6
2a	8,0
2b	8,0
1c	9,8
2c	9,4

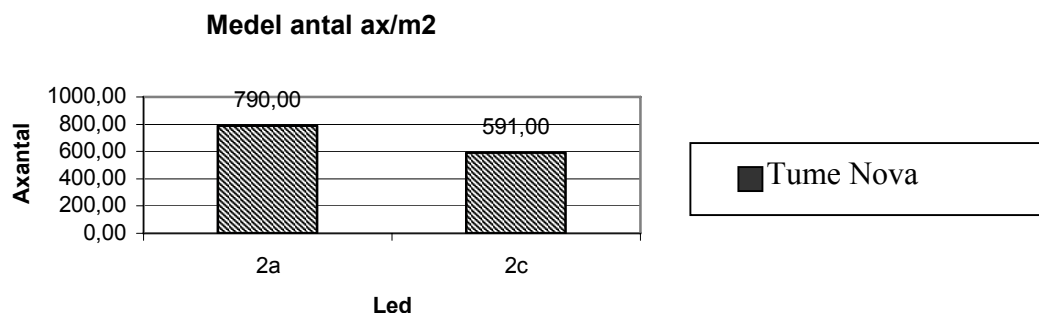
Jämnheten i beståndet bedömdes från 0-10, där 0 = mycket ojämnt och 10 = perfekt jämnhet. Jämnheten avser både luckighet och höjd (olika generationer) på beståndet. Vid bedömningen har spårighet inte bedömts som en ojämnhet.

9.5 Axräkning

För att ge full skörd behöver korn ha bortåt 900 ax/m² enligt C-G Pettersson (muntlig, 2005).

Tidigt sått försök

Figur 25 visar antal ax/m² i det tidigt sådda försöket. Inget av leden når upp till det rekommenderade antalet ax för optimal skörd. Antalet ax i leden som såtts med Väderstad Rapid räknades ej, eftersom dessa led inte skulle skördas pga. såmistor. Ingen statistisk analys kunde utföras eftersom det saknades led för jämförelse.



Figur 25. Antalet ax/m² den 22 juli i det tidigt sådda försöket. Statistisk analys saknas.

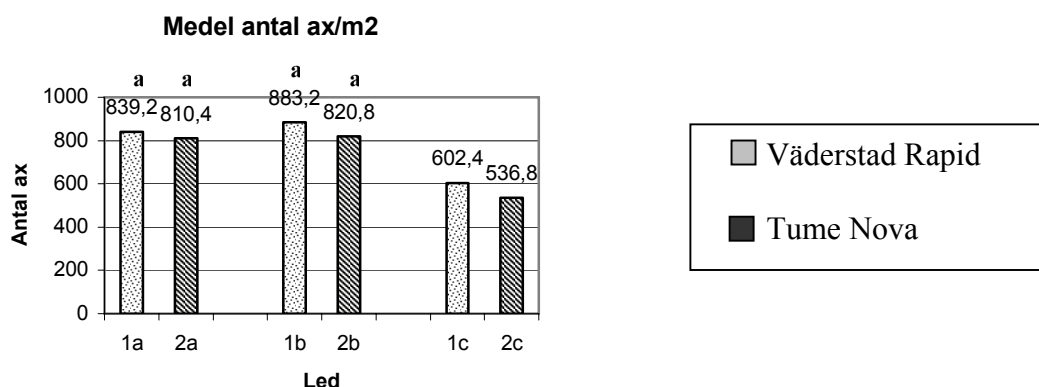
2 = Tume Nova

a = 160 kg utsäde och 367 kg gödning per ha, c = 160 kg utsäde och 0 kg gödning per ha

Sent sått försök

Resultaten för axräkningen i det sent sådda försöket visas i Figur 26 nedan. Figuren visar att endast 1b, dvs. Rapid med 25 % ökad utsädesgiva är i närheten av 900 ax/m², vilket krävs för att ge full skörd. Signifikanta skillnader i antalet ax saknas mellan 1a, 2a, 1b och 2b.

Signifikant skillnad saknas också mellan de ogödslade leden, som analyserats statistiskt för sig.



Figur 26. Antalet ax/m² den 22 juli i det sent sådda försöket. Led med samma bokstav är inte signifikant skiljda åt (REGWQ på nivå 5 %). De ogödslade kontrollleden har behandlats separat (t-test) och är inte signifikant skiljda åt.

1 = Väderstad Rapid, 2 = Tume Nova

a = 160 kg utsäde och 367 kg gödning per ha

b = 200 kg utsäde och 367 kg gödning per ha

c = 160 kg utsäde och 0 kg gödning per ha

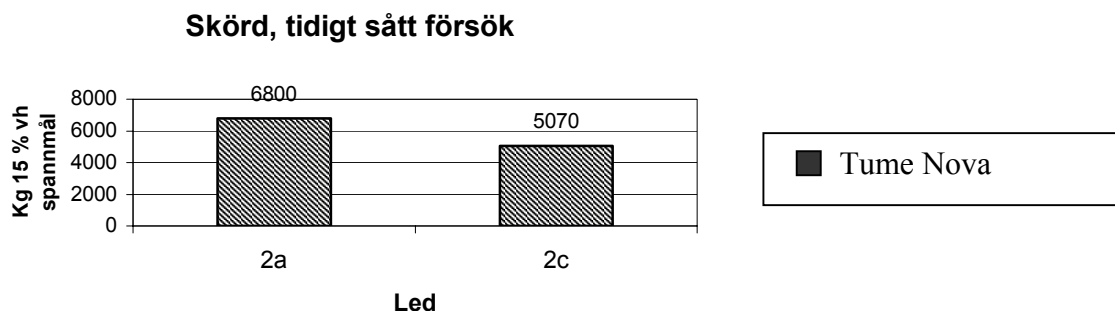
9.6 Skörd

Nedan redovisas avkastningarna från försöken R13-4011-B och R13-4011. För de gödslade leden har kväveeffektiviteten i procent beräknats genom att dividera proteinhalten i kärnan med omräkningsfaktorn 6,25 för att få kvävehalten i kärnskörd. Av det upptagna kvävet i plantan antas 50 % vara allokerat till kärnan (Huhtapalo, 1982). Plantans totala kväveupptag är därmed 2 gånger så stort som kärnskördens kväveinnehåll. För att ta reda på hur mycket av kväveinnehållet i plantan som härstammar från gödselkvävet, så subtraheras medelvärdet av kväveinnehållet i plantorna från de ogödslade leden, ifrån kväveinnehållet i de gödslade leden. Skillnaden utgör teoretiskt sett den mängd kväve som tagits upp ifrån den tillförda gödseln. Denna siffra divideras med antal kilo tillfört gödsel för att erhålla gödselutnyttjandet

i procent. Detta är inte en fullständig sanning över hur kväveupptaget sker, men är en godtagbar metod. Fullständiga skörderesultat med tillhörande analysvärden visas i bilaga 3.

9.6.1 Tidigt sått försök

Figur 27 nedan visar resultatet av skörden för det tidigt sådda försöket. Grödan i ledet 2a tog upp 66 % av det tillförda gödselkvävet. Statistisk analys har inte utförts eftersom led för jämförelse saknas.



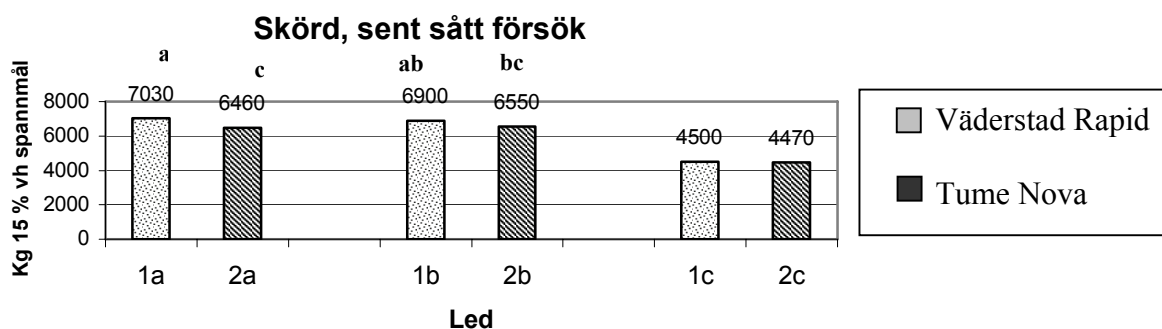
Figur 27. Avkastningen för normalledet samt det ogödslade ledet för Tume Nova i det tidigt sådda försöket.

2 = Tume Nova

a = 160 kg utsäde och 367 kg gödning per ha, c = 160 kg utsäde och 0 kg gödning per ha

9.6.2 Sent sått försök

Figur 28 visar resultaten för skörden av det sent sådda försöket.



Figur 28. Avkastningen för respektive led i det sent sådda försöket. Led med samma bokstav är inte signifikant skilda åt (REGWQ på nivå 5 %). De ogödslade kontrollleden har behandlats separat (t-test) och är inte signifikant skilda åt.

1 = Väderstad Rapid, 2 = Tume Nova

a = 160 kg utsäde och 367 kg gödning per ha

b = 200 kg utsäde och 367 kg gödning per ha

c = 160 kg utsäde och 0 kg gödning per ha

Utsädesmängden 160 kg/ha verkar vara den giva som ligger närmst det biologiska optimumet för Väderstad Rapid, eftersom avkastningen minskar då utsädesgivan ökar, troligen pga. konkurrens mellan plantorna. Signifikans mellan dessa två led (1a och 1b) saknas. Med normala utsädesgivor är det en signifikant skillnad mellan Väderstad Rapid (1a) och Tume Nova (2a). Det är även en signifikant skillnad mellan normalledet för Väderstad Rapid (1a) och Tume Novaledet med ökad utsädesmängd (2b). Det är därmed inte tillräckligt att öka utsädesmängden för Tume Nova med 25 % för att kompensera för saltskador jämfört med

Väderstad Rapid. Det finns ingen signifikant skillnad (endast 30 kg) mellan de ogödslade kontrollleden för de två maskinerna, vilket visar att det inte är maskinernas bearbetning och utsädesplacering som ger skillnaderna i resultaten, utan deras gödselplacering. För Tume Nova finns det ingen signifikant skillnad mellan avkastningen vid normal och ökad utsädesmängd. Det är alltså ganska dålig ekonomi att öka utsädesmängden med 40 kg eftersom detta enbart resulterade i en skördeökning med 90 kg.

Vattenhalten var högre för de gödslade leden med Tume Nova (2a och 2b) samt de ogödslade kontrollleden (1c och 2c) jämfört med de gödslade leden med Väderstad Rapid (1a och 1b). Detta kan tyda på en större andel grönskott i leden med högre vattenhalt.

Andelen kärnor > 2,5 mm var väldigt hög för Tume Nova med normal utsädesmängd (2a), men tyvärr var proteinhalten för hög (12,3 %) för att skörden skulle kunna användas till malt. Detta skulle kunna avhjälpas genom en ökad utsädesmängd eller minskad kvävegiva. Dock togs proteinanalyserna ledvis, vilket ger en större osäkerhet än om proteinanalyser gjorts för varje parcell.

Väderstad Rapid hade fler ax/m² vid en ökad utsädesgiva än vid en normal, ändå blev skörden högre med en normal utsädesgiva. Därmed måste det ha funnits en större andel små ax i ledet med ökad utsädesgiva, vilket också framgår i bilaga 4 där andelen kärnor > 2,5 mm är mindre med en ökad jämfört med normal utsädesgiva.

I Tabell 14 nedan visas rådataskördarna för respektive försöksruta. Den lägsta råskörden för respektive led är understruken. Den hösta skörden är markerad med en stjärna. Eftersom inte alla lägsta skördar är samlade i ett block och alla högsta skördar i ett annat, är detta ett bevis på att det inte förekommer några stora blockskillnader utan att försöksplatsen är jämn.

Kväveutnyttjandegraden i de olika leden var mycket hög. 1a tog upp 98 % av det tillförda kvävet, 1b tog upp 89 %, 2a tog upp 100 % och 2b tog upp 84 %.

Tabell 14. Råskörd från respektive skörderuta

Led/Block	I	II	III	IV	V	Medel	Korr. medel
1a	<u>17,7</u>	18,3	17,8	19,0	☆19,2	18,4	18,0
1b	<u>17,2</u>	17,7	17,6	18,4	☆19,1	18,0	17,7
2a	<u>17,4</u>	18,2	☆18,3	☆18,3	17,8	18,0	16,5
2b	17,1	☆18,8	16,7	17,6	<u>16,5</u>	17,3	16,7
1c	11,3	☆12,9	<u>10,9</u>	12,0	12,4	11,9	11,5
2c	12,2	☆13,6	12,0	<u>10,1</u>	11,7	11,9	11,4

Korr. medel är omräknad till 100 % ren vara med 15 % vh.

Varje skörderuta är 15,80*1,60 m = 25,28 m². Omräkningsfaktorn för att konvertera ovanstående skördar till hektarskördar är 10000/25,28 ≈ 396.

9.6.3 Intäkt av skörd

De flesta företag som handlar med spannmål betalar ett maltkornspris för den andel av partiet som är större än 2,5 mm och ett lägre foderkornspris för den andel kärnor som är för små.

För att se hur utfallet blev för de olika försöksleden i de båda försöket finns nedan två kalkyler (Tabell 15 och Tabell 16) som visar intäkterna av skörden. Priserna är beräknade på leverans vid skörd (år 2005) till Svenska Foder. De betalar 1,00 kr/kg maltkorn (> 2,5 mm) och 0,83 kr/kg foderkorn (< 2,5 mm). För att räknas som maltkorn ska proteinhalten ligga mellan 9,2 och 12,0 %. För proteinhalter mellan 10,0 och 11,5 % görs inga avdrag. För proteinhalter som är lägre än 10,0 % och över 11,5 % görs ett avdrag på 0,50 kr/0,1 % per deciton. För en proteinhalt på 9,3 % innebär detta ett avdrag på 0,035 kr/kg och för en proteinhalt på 9,7 % blir avdraget 0,015 kr/kg. Utsäde (år 2005) kostar 3 kr/kg fritt levererat från Svenska Foder (Andersson, muntlig, 2005a). Högst blev intäkten för normalledet med Väderstad Rapid (1a) i det sent sådda försöket.

Tabell 15. Skördeintäkt för de två skördade leden i det tidigt sådda försöket, beroende på malkornskvalitet.

Led	Skörd, kg	Protein, %	Malt, andel	Foder, andel	Intäkt, kr/ha
2a	6800	10,9	0,822	0,178	6594
2c	5070	9,8	0,950	0,050	4976

Tabell 16. Skördeintäkt för de olika leden i det sent sådda försöket, beroende på malkornskvalitet.

Led	Skörd, kg	Protein, % *	Malt, andel	Foder, andel	Intäkt, kr/ha	Intäkt minus kostnad för extra utsäde, kr/ha
1a	7030	11,2	0,863	0,137	6866	6866
2a	6460	12,3	0,000	1,000	5362	5362
1b	6900	10,9	0,752	0,248	6609	6489
2b	6550	11,2	0,890	0,110	6428	6308
1c	4500	9,3	0,954	0,046	4307	4307
2c	4470	9,7	0,948	0,052	4363	4363

* Proteinhalterna har analyserats ledvis.

III Intervjustudie

10 Sammanfattning av intervjustudie

10.1 Metod

3 gårdar i södra Skåne som är ägare till en Tume Nova Combi besöktes för att få en bild av lantbrukarnas erfarenhet av maskinen. Intervjuerna utfördes den 27 och 28 juni 2005 på respektive gård. Frågeformuläret som användes vid intervjuerna finns i bilaga 1. Resultaten för de tre intervjuerna sammanfattas här nedan.

10.2 Grödor och areal såmaskinen använts till

Alla tre gårdarna ägde en 4 m Tume Nova Combi. Två gårdar hade tidigare haft en 4 m Tume Agrimaster och en gård hade tidigare en 6 m Tive SåJet. En gård hade sått ca 800 ha lin, höstraps, höstvetete och vårkorn sedan inköpet hösten 2003. Den andra gården införskaffade sin maskin hösten 2004 och har sedan dess sått ca 275 ha höstvetete, höstraps, korn och ärtor. Den tredje gården köpte sin maskin samma vår som intervjun ägde rum och hade således inte hunnit använda maskinen så mycket. 100 ha vårkorn såddes under våren 2005. Alla gårdarna använde även maskinen för att mylla gödning till sockerbetor. En gård myllade även gödning till lök med maskinen. En gård sådde enbart till sig själv, en hade sått till tre andra lantbrukare men eftersom grödorna ännu inte skördats hade lantbrukaren inte fått någon respons på huruvida kunderna var nöjda. Gemensamt för de tre kunderna gården sådde till, var att de var nyfikna på att prova något annat än Rapidsådd. Den tredje gården sår årligen ca 100 ha hos andra lantbrukare där den största delen utgörs av direktsådd raps. Lantbrukaren som köper direktsådden av raps saknar egen maskin att direktså med. Det är alltså Tume Nova Combins möjlighet till direktsådd som är intressant för kunden och inte maskinen i sig. Kunden är nöjd med resultatet från direktsådden. Även övriga kunder som inte får sina grödor direktsådda är nöjda med resultatet.

10.3 Gödningens placering i förhållande till utsädet

På frågan om var gödningen placeras i förhållande till utsädet svarar en gård att när tallrikarna är nya ligger gödningen djupare än utsädet precis som det ska. En gård svarar att gödning och utsäde för det mesta ligger åtskilt men ibland blandat. Den tredje gården svarar att det ser ut som att gödning och utsäde ligger blandat, men sammanblandningen kan eventuellt uppstå av lantbrukarens eget kرافsandet i jorden för att titta på resultatet. Lantbrukaren upplever i alla fall att det inte ser ut som i beskrivningen. De två gårdarna som enbart hade använt maskinen en vår respektive en höst och en vår hade använt maskinen för lite för att kunna uttala sig om huruvida gödselplaceringen varierar efter billarnas förslitningsgrad. På gården där man använt maskinen i 1,5 år upplevde de att gödselplaceringen varierade efter billarnas förslitningsgrad. Den stora tallriken slits fortare än den mindre tallriken pga. att den större tallriken går djupare och i mer obearbetad jord än den mindre tallriken. Efter ett tag leder detta till att det blir två nästan lika stora tallrikar vilket borde leda till att gödning och utsäde kommer relativt blandat. Ingen av gårdarna upplever att avståndet mellan utsädet och gödningen förändras beroende på körhastigheten. Två gårdar kör 10 km/h och den tredje gården kör 8-12 km/h.

10.4 Såresultatet jämfört med grannar samt föregående såmaskin

På en gård upplevde man att grannens fält som såddes med en såmaskin av annat märke såg bättre ut än de egna fälten. Däremot lämnade Tume Nova Combi inte någon skillnad mellan hjulspår och opackad jord, vilket den gamla SåJet maskinen ofta gjorde genom att utsädet placerades ojämnt efter traktorhjulen. På en annan gård upplevde man att den gamla Tume Agrimaster kunde sprätta upp utsädet och gödningen vilket inte Tume Nova Combin gör. Den tredje gården ansåg att de inte kunde jämföra sig med grannarna eftersom grannarna använde sig av en mer konventionell växtföljd, samt att gården i fråga har en ganska annorlunda växtföljd med mycket fröodling jämfört med grannarna. Ingen av gårdarna såg någon luckighet i sina fält.

10.5 Avkastningsförändringar mot föregående såmaskin

2 av gårdarna hade inte hunnit skörda något av det de sått och kunde därför inte uttala sig om ifall avkastningen förändrats jämfört med den tidigare såmaskinen. Den tredje gården hade skördat en gång och hade då inte märkt någon skillnad i avkastning, men ansåg att det var svårt att uttala sig om detta då variationerna mellan åren alltid spelar en stor roll. Eftersom två av gårdarna inte tagit någon skörd ännu kunde dessa inte uttala sig om ifall resultatet varierar mellan olika år, vår- och höstsådd, olika jordarter och olika grödor. Den gården som använt maskinen lite längre kunde inte se några skillnader mellan olika grödor och tyckte att maskinen fungerade bra på alla gårdens jordarter. Myllning av gödning till sockerbetor blir mycket bra då återpackningen blir jämn.

10.6 Skillnader i uppkomst vid regn jämfört med torrväder efter sådd

En gård berättade att när det dröjde länge innan det regnade efter sådd blev uppkomsten ojämn. Detta beror inte på såmaskinen, utan att bearbetningen inte är helt jämn. En del kärnor har därmed hamnat i torr jord. De andra gårdarna har haft maskinen för kort tid för att ha sett några skillnader i uppkomst respektive skörd beroende på om det kom regn efter sådd eller om det var torrväder.

10.7 Utsädesmängd och gödselstrategi

Ingen av gårdarna hade ändrat på utsädesmängden då de bytte till Tume Nova Combi. En gård sådde 180 kg vårkorn/ha och lade hela gödselgivan (100 kg N i form av NPK) vid sådd. På en annan gård sådde man 160-170 kg korn/ha och 140-150 kg vete/ha. På den egna gården lade man en startgiva N28 vid sådd (PK-talen på gården är höga då de föder upp slaktsvin). Till foderkorn lades sedan en kompletteringsgiva på 40 kg. Till malkornet som såddes hos andra lantbrukare lades all gödning samtidigt. På den tredje gården sådde de 140 kg höstvet/ha vilket gav en mycket fin gröda. Av vårkorn sådde de 160-180 kg/ha och lade all gödsel (ca 100 kg N i form av NPK) vid sådd.

10.8 Valet av såmaskin

På frågan varför valet föll på Tume Nova Combi så svarade en gård att man var nöjd med den separata billupphängningen på den gamla såmaskinen Tume Agrimaster, men att man var missnöjd med en del saker på denna maskin. Alla dessa brister var åtgärdade på Tume Nova Combi. På en annan gård svarade de att valet föll på Nova Combi mest för att alla andra kör Rapid. De gillade också systemet med ett mekaniskt djuphållningssystem, vilket inte fanns på några andra maskiner. På den tredje gården var svaret att man tyckte maskinen i sig var trevligare uppbyggd och hade en enklare konstruktion än Väderstads Rapid.

10.9 Förredskap

En gård hade tallrikar som förredskap till sin såmaskin, en annan gård hade två rader cross board i frontlyften och en CultiPack med en rad cross board och en rad s-harvpinnar i trepunktslyften före såmaskinen. Den tredje gården svarade att de använder ett frontredskap med två cross board rader (endast vid vårsådd) samt att de hade en harvrad och en cross board rad i trepunktslyften.

10.10 Jordarter och bearbetning

En gård ligger i slättbygd med lättlera och sandjord med liten stenförekomst. Vid körning hos en granne var jordarten styv lera. En del åker höstplöjs, resten vårplöjs. Slutfåror harvades till. Ingen vält användes. En annan gård har förhållandevis lätta jordar, inte mycket sten och lite kupering på en del fält. Ingen vält används. Till korn höstbearbetas fälten genom kultivering eller plöjning. Sådden sker sedan direkt utan ytterligare bearbetning på våren. Det skulle behövas en större traktor så att bearbetningsredskapen kunde sättas i hårdare vid sådd. En höstjämning vore önskvärt. Efter raps och lin samt till raps efter korn så kultiveras fälten grunt två gånger i stället för att plöjas. Bearbetningsmängden beror lite på hur resultatet blir. Den tredje gården har förhållandevis lätta jordar på slätten, inte mycket sten och inga styva leror. Höstplöjda fält harvades på våren en gång före sådd. Ett fält vårplöjdes och tiltpackades. Där sådde man utan att harva före. Det såg inte bra ut efter vårplöjning vid uppkomst, men det jämnade ut sig efter att det kom nederbörd. I fortsättningen ska tiltpackare alltid användas, även på hösten, för att förhoppningsvis slippa att harva.

10.11 Effektbehov

På frågan hur effektkrävande såmaskinen är svarade man på en gård att de använder en 160 hk traktor, vilket är väl tilltaget. Men när man myllade gödning på en annan gård med en kuperad styvare jord så gick maskinen tungt och alla 160 hk behövdes. Men på de egna lätta jordarna på slätten hade det nog räckt med 120 hk, möjligen hade körhastigheten då minskat något. En annan gård använde en 135 hk traktor och anser sig inte kunna gå ner mer i storlek. På de egna lätta jordarna går det att hålla 10 km/h, men när de kör borta på styvare lera skulle traktorn gärna kunnat få vara större. Såmaskinen går mycket lättare än den gamla Tume Agrimaster. På den tredje gården har man en uppställd New Holland TM 165 på ca 180 hk. Så mycket mer effekt behövs inte, men de skulle önska att de hade en större, tyngre traktor med större bakdäck, ca 200 hk. Hästkrafterna krävs för att hålla en såhastighet av i snitt 12 km/h på de förhållandevis lätta jordarna med en del kupering. De anser att maskinen har lägre rullmotstånd än andra maskiner pga. att alla maskindelar som går i marken roterar. Men det krävs många hästkrafter jämfört med en Rapid eftersom man har många fler redskap i marken både före och efter traktorn.

10.12 För- och nackdelar med tekniken

Vid frågan om hur Nova Combis teknik upplevs framkom följande fördelar och nackdelar vid besöken på de tre gårdarna.

- + Inställd utsädesmängd stämmer alltid överens med vridprovet (vilket ofta är ett problem på Rapid såmaskiner).
- + Det stoppar inte i Nova Combis billar eftersom de inte står still som på Väderstad Rapid vilket stoppar upp jorden.
- + Nova Combin går lättare än den gamla Tume Agrimaster.
- + Det är ingen större skillnad i tyngd vid körning med maskinen då sålådan är full jämfört med tom.
- + Maskinen går lika djupt hela tiden oberoende av hur full sålådan är.

- + Maskinen är lätt att komma åt över allt med en hög och rymlig konstruktion. Servicevänlig, man behöver inte ligga under maskinen för att komma åt.
- + Bottenskruv för tömning är en fördel.
- + Maskinen kan lyftas mycket högt, i alla fall 70 cm, vilket är en fördel vid fastkörningar.
- + Det finns inte så mycket elektronik.
- + När maskinen lyfts i transportläge nuddar det yttre hjulparet bara precis marken och avlastas därmed. Mittenhjulen går i marken medan det yttre hjulparet kan gå upp över hinder vilket gör att man kan svänga ut över höga kanter etc.
- Den elektronik som finns fungerar i stort sett inte. Inte ens ljusen fungerar.
- Det finns många småfel fast att maskinen är ny. Kanske inga riktiga principfel, kan vara enbart på denna maskin.
- Mellanredskapet sitter mycket nära traktorn, vilket gör att det är svårt att se hur det arbetar. Inställningen får därmed göras ungefärligt.
- Mellanredskapet sitter inte på maskinen vilket leder till att om mellanredskapet lyfts upp på en vändteg, så är det svårt att hitta tillbaka till samma läge igen.
- Efterharven kröks lätt vid backning eftersom den ej kan vikas undan.
- Det vore önskvärt med en manuell arealmätare på maskinen om den automatiska mätaren inte skulle fungera.
- Omrörarna i gödningsfacket går tungt och gör att viss slirning på utmatningshjulet uppstår. Slirningen kan medföra att vridprovet inte stämmer. Omröraren har därför nu kopplats bort.

10.13 Val av såmaskin vid ett eventuellt byte

Vid ett eventuellt byte av såmaskin skulle två av gårdarna förmodligen välja samma maskin igen, men de har inte haft maskinen tillräckligt länge för att kunna uttala sig helt om detta. Den tredje gården skulle välja en mindre bearbetande såmaskin med 6 eller 8 meters arbetsbredd, typ en SåJet. Detta skulle vara för att så en större arbetsbredd och istället kultivera mera. Den egna arealen är dock för liten för detta system. De tycker att Nova Combin kräver många hästkrafter per meter arbetsbredd.

10.14 Övriga kommentarer

Som övrig kommentar svarar en gård att servicen från leverantören är dålig och att leveranstiderna på reservdelar är långa. En annan gård svarar att förredskapets tallrikar lägger alltid jorden på ett håll vilket resulterar i en ”slutfåra”. Uppkomsten i denna grop var en dag tidigare än på fältet i övrigt.

Förredskapet gör ett bra jobb, men det finns en osäkerhet i hur djupt det sätts i marken. Det borde finnas någon indikering med en skala för att se att frontredskapet alltid kommer i samma läge.

Den utmatade givan av Na-salt till betor stämde inte riktigt till hundra procent, men detta är ofta ett problem i andra maskiner också eftersom att saltet är annorlunda granulerat än andra gödselmedel.

11 Diskussion

Resultaten från såbäddsundersökningen visar att Tume Nova Combi utförde en sammyllning istället för att placera gödningen ca 2 cm djupare och lite vid sidan om utsädet såsom reklamen för maskinen anger. Utvecklingen av grödan samt avkastningen visar klart att det uppstått brännskador på utsäde och plantor orsakat av gödselsalter. Resultaten överensstämmer mycket väl med teorin om att en nära placering av gödning och utsäde är skadligt, framför allt under torra förhållanden. Våra försöksresultat visar att Åke Huhtapalos forskningsresultat från 1960-talet och framåt som visar att utsädet bäst placeras 6 cm vid sidan om utsädet i vartannat sårads mellanrum, samt ca 3 cm djupare än utsädet, stämmer än idag.

Det är ingen mening med att öka utsädesmängden för Tume Nova Combi för att kompensera för saltskador på utsädet/rötterna eftersom avkastningen inte ökar särskilt mycket (ingen signifikans) vid en ökad utsädesmängd, dock sänktes proteinhalten så att maltkornskvalitet kunde uppnås.

Till grunderna inom växtodlingslära hör att utsäde ska placeras på en fast och fuktig såbotten. För Tume Nova Combins del så placeras gödseln innan och något djupare än utsädet. En plastbit föser ner jord i gödselfåran över gödselkornet innan utsädet placeras ovanpå. Detta innebär att utsädet riskerar hamna i torr jord som rivs upp av billarna om marken inte är homogent fuktig. Denna billtyp skulle därmed kunna ge upphov till en sämre uppkomst under torra förhållanden jämfört med såmaskiner som har separata utsädes- och gödselbillar, men det såg vi inte några effekter av i försöken den torra våren 2005.

Ur försökssynpunkt är det självklart inte bra att sådjupet skiljde med en centimeter mellan de två maskinerna. Det är svårt att veta hur den en centimeter djupare sådden med Tume Nova jämfört med Väderstad Rapid påverkat uppkomsten. Vid en djupare placering av fröet tar uppkomsten längre tid p.g.a. en längre väg till markytan. Samtidigt skulle det djupare sådda fröet kunna gynnas av en ökad markfuktighet om förhållandena var torra. Men markfuktigheten ansågs som god vid såtidpunkten. En djupare sådd skulle eventuellt också kunna vara till fördel för Novan under torra år genom att markfukten är högre längre ner, vilket skulle kunna reducera risken för saltskador på kärnorna och groddarna.

På jordar med 0-25 % ler försenas uppkomsten med 0,5-1 dygn för varje cm utsädet sås djupare än det biologiskt optimala sådjupet. Groddplantan har dessutom mindre reservnärning kvar efter uppkomst vid djup sådd (Jönsson, 1985). Det biologiskt optimala sådjupet är det djup där förutsättningarna för en snabb och jämn beståndsetablering är som störst, vilket givetvis är beroende av hur jordbearbetningen lyckats samt mängden nederbörd. Frö som placeras på en fuktig såbotten är mindre nederbördsberoende (Jönsson, 1985; Svensson, muntlig, 2005).

I skörderesultaten har Tume Novaledet med normal utsädesmängd en proteinhalt som är för hög (12,3 %) för att skörden skall kunna användas som maltkorn. Detta gäller i det senare sådda försöket. I det tidigt sådda försöket var proteinhalterna inom de godkända gränserna. Det bör poängteras att detta baseras på ett prov per led som analyserats efter att skördarna ifrån alla ledets rutor blandats ihop. Eftersom provet som tas ut för analys är relativt litet, får det stora konsekvenser om man ex. får med många små kärnor från små ax i sitt prov, eftersom dessa normalt sett har en högre proteinhalt än större kärnor. Därmed är även beräkningen av intäkten för skörd relativt osäker. För att få mer säkra resultat måste proteinanalys tas enskilt för varje försöksruta.

Man skulle kunna tänka sig att sammyllning fungerar bättre i Finland än i Sverige eftersom skördarna är lägre i Finland. Därmed blir den optimala gödselgivan lägre vilket leder till en minskad risk för saltskador på groddar och plantor.

11.1 Förslag på nya försök inom området

- Sammyllning av en startgiva fosfor (ren P eller NP, eventuellt MAP eller DAP) med Tume Nova Combi. Det resterande NPK-behovet tillförs efter sådd genom bredspridning. Detta jämförs med sådd med Väderstad Rapid C där en startgiva fosfor placeras i en frösålåda och det övriga NPK-behovet tillförs genom den ordinarie konstgödselutmatningen vid kombisådd. Totalgödselgivan hålls konstant, men andelen fosfor som tillförs genom sammyllning i förhållande till tillförsel genom bredspridning/kombisådd varierar.
- Delad giva där en startgiva NPK placeras vid kombisådden och en kompletteringsgiva med kväve tillförs senare.
- Kombisådd på hösten med sammyllning av en startgiva av fosfor.

11.2 Hur försöket skulle kunna modifieras?

- Försök på jord med lågt fosforinnehåll, eftersom det då är fördelaktigt med en placering av fosfor nära kärnan, vilket borde gynna Tume Nova Combi.
- Försök på jord där kalium behöver tillföras. En stor tillförsel av kalium är gröningshämmande, vilket borde missgynna Tume Nova Combi.
- Försök med en känsligare gröda. Vete är känsligare än havre. (Korn anses relativt okänsligt).
- Testa olika gödselmedel ex. urea, ammoniumnitrat, NPK m.fl.
- Försök även på en lättare jord eftersom det är större risk för uppkomstskador och avkastningsförluster till följd av höga saltkoncentrationer där.
- Mät dragkraftsbehovet vid sådd för de två kombisåmaskintyperna. Detta borde gynna Tume Nova Combi, som enligt reklamen har ett lägre dragkraftsbehov än Väderstad Rapid.
- Gör en noggrann ekonomisk beräkning av etableringskostnader och ekonomiskt resultat efter utförd skörd för de två olika såmaskintyperna.
- Upprepa försöket flera år och på flera olika försöksplatser. Årsmånen har en stor inverkan på resultatet.

12 Litteraturförteckning

12.1 Skriftliga

Carrow, R.N. 2001. Turfgrass Soil Fertility and Chemical Problems. New Jersey, Johan Wiley and sons, Inc.

Emgardsson, P. 2003. Finska direktsåmaskiner. Lantmannen, nr 7, s. 32-33.

Emgardsson, P. 2004a. Smart och spännande kombimaskin. Lantmannen, nr 7, s. 6-8.

Emgardsson, P. 2004b. Kombi utan gödselbilar. Lantmannen, nr 8, s. 32-33.

Emgardsson, P. 2005a. Bra resultat med sådd på nya sätt. Lantmannen, nr 1, s. 38-39.

Emgardsson, P. 2005b. Sammyllning för minskad bearbetning. Lantmannen, nr 1, s. 40.

Fransson, K. 1982. Lantmannens marknadsöversikt: Såmaskiner. Lantmannen, nr 22, s.28.

Granstedt, A *et al.* 1995. Växtodlingens grunder, 5e upplagan. Borås, LT: s förlag.

Gruveaus, I. 2005. Kombisådd ökar skörd och säkerhet. Väderstadverken. Framgångsrik växtodling, s. 24-25.

Havlin, J.L., *et al.* 1999. Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management, 6th ed. Upper Saddle River, New Jersey, Prentice-Hall, Inc.

Huhtapalo, Å. & Heinonen, R. 1968a. Inledande försök med radmyllning kombinerat med sådd 1964-1966. Lantbrukshögskolan. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen, nr 4.

Huhtapalo, Å. & Heinonen, R. 1968b. Besvarade och obesvarade frågor om radmyllning av kvävegödsel. Lantbrukshögskolan. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen, nr 10.

Huhtapalo, Å. 1969. Lyckat år för radmyllning. Lantmannen, nr 19, s. 9-12.

Huhtapalo, Å. 1971a. Radgödsel i Norrbotten! Lantmannen, nr 2, s.10-12.

Huhtapalo, Å., 1971b. Radmyllning 1970: Försök i nya grödor. Lantmannen, nr 1, s.6-9.

Huhtapalo, Å., Wikström, A., Wikström, S. 1973. Försök med kombisåmaskiner 1971-1972. Lantbrukshögskolan. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen, nr 32.

Huhtapalo, Å. 1975. Radgödsling - kombisådd under 10 år. Lantmannen, nr 4, s. 9-12.

Huhtapalo, Å. 1978a. Kombisådd. Teg och teknik, nr 1, s. 8-11.

Huhtapalo, Å. 1978b. Radmyllning av handelsgödsel. Lantbrukspraktika 1978. s. 6.

Huhtapalo, Å. 1979. Radmyllning av handelsgödsel. LantbruksGuiden, nr 3, s. 4-11.

Huhtapalo, Å. 1980. Fördelar och nackdelar med kombisådd. Lantmannen, nr 5, s. 8-12.

Huhtapalo, Å. 1982. Scandinavian principles for fertilizer placement, utilization of fertilizer-N. The 9th Conference of the International Soil Tillage Research Organization, ISTRO, Socialistic Federal Republic of Yugoslavia, Osijek.

Huhtapalo, Å. 1984. "Fertilizer placement for small grains". Scandinavian principles. Utilization of fertilizer-N. Ultuna I april 1984. För Techniques –84 i Moskva.

Johansson, J-O. 1983. Vårmelodin: Kombimaskin. Lantmannen, nr 4, s. 6.

Jönsson, H. 1985. Morgondagens såbill. Sveriges lantbruksuniversitet. Försöksledarmötet 1985, Uppsala. Konsulentavdelningens rapporter, allmänt 63.

Jordbruksverket. 2005. Bekämpningsrekommendationer svampar och insekter. Jönköping.

Lantmannen, 1978. Kombisådd och radgödsling. Norska försök 1966-1975. Nr 4, s.27.

Mattson, L. 1993. Kombisådd och radmyllning. Meddelande från södra jordbruksförsöksdistriktet. Rapport från växtodlings- och växtskydds dagar i Växjö den 8 och 9 december 1993.

Nilsson, S. & Nilsson, T. 2005. Ny teknik för kombisådd. Examensarbete inom Lantmästarprogrammet, Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik, SLU, Alnarp.

SAS Institute Inc. 2005. SAS/STAT User's Guide. SAS Institute Inc, Cary, NC, USA.

Simpson, K. 1986. Fertilizers and manures. Hong Kong, Longman Inc. s 114, 145-147, 218.

Svensson, E. & Johansson, O. 1969. Rapport från försök med radspridning av urea. Riksförsöksserie R3-2034, 1968. Lantbrukshögskolan. Rapporter från avdelningen för växtnäringlära, nr 6.

TUME, Nova Combi, PowerPoint-presentation, 2004.

Wennerberg, P. 1989. Billig gödsel gör kombisådden lönsam. Lantmannen, nr 4, s. 15

12.2 Internet

Bauder, J.W. [http://www.montana.edu/~wwwpb/ag/whe_fer2.html] 2005-04-21.

Canola-councils hemsida [www.canola-council.org/PDF/CPCfertilizer.pdf] 2005-06-16

Crozier, C. R. & Hardy, D. H. [<http://ipm.ncsu.edu/agchem/chptr10/1012.pdf>] 2005-04-21.

Felleskjøpets hemsida [<http://www.fk.no/trade/productview/412585/21/>] 2005-06-27.

Grant, C. A. *et al*, [<http://www.mandakzerotill.org/book16/cynthia%20grant.htm>] 2005-04-21.

Interforsts hemsida [<http://www.interforst.dk/dk/tema400.php>] 2005-06-27.

Jones, C. & Jacobsen, J. 2003. [www.montana.edu/wwwpb/pubs/mt444911.pdf] 2005-05-21.
Alt. Montana State University Extension service, publikation 4449-11.

Jordbruksverkets hemsida

[www.sjv.se/download/18.94b146104b8dea9748000785/WEB_Jordbruk_inlaga_Kap_04.pdf] 2005-10-18.

Manitobaprovincens hemsida

[<http://www.gov.mb.ca/agriculture/soilwater/soilfert/fbd02s02.html>] 2005-04-21.

Statistikcentralens hemsida [www.tilastokeskus.fi/tup/suoluk/suoluk_maatalous_sv.html] 2005-10-18.

Yaras hemsida

[http://fert.yara.se/se/crop_fertilization/crop_advice/agriculture/cereals/spring_cereals.html] 2005-04-21.

12.3 Muntliga

Alaspää, P. Forsknings- och utvecklingschef, Tume-Agri Oy. +358-400-478213. 2005-07-19
samt 2005-08-16.

Andersson, L. Säljare, Svenska Foder. 046-325800. 2005a-10-20.

Andersson, P. Marknadsansvarig Danmark, Finland, Norge, Väderstad. 0142-82001. 2005b-08-22.

Aspelin, B. Produktionschef & Kauppila, R. Forsknings- och utvecklingschef, Kemira GrowHow. Bengt.Aspelin@kemira-growhow.com & Raimo.Kauppila@kemira-growhow.com. 2005-07-26.

Gruvaeus, I. Försök och utveckling, Hushållningssällskapet Skaraborg. 0511-24831. 2005-08-16 och 2005-11-18.

Holm, D. Driftsledare, AB Börringe kloster Huvudgård. 0706-212524. 2005-12-05.

Huhtapalo, Å. Pensionerad jordbearbetningsforskare. 2005-06-14.

Husted, S. Lektor, Inst. för Plante- og Jordvidenskab, KVL, Danmark. lsj@kvl.dk, +45-35283470. 2005-10-03

Landgren, P-O. Lantbrukare, Vellinge. 2005-06-27.

Magnusson, J. Lantbrukare, Ystad. 2005-06-28.

Mikkola, H. Forskare, MTT Agrifood Research Finland. hannu.j.mikkola@mtt.fi. 2005-08-16.

Persson, J. Lantbrukare, Böste. 2005-06-27.

Stoumann Jensen, L. Lektor, Inst. för Plante- og Jordvidenskab, KVL, Danmark. shu@kvl.dk, +45-35283498. 2005-10-10.

Svensson, G. Forskare, Inst. för växtvetenskap, SLU. 040-415166. 2005-12-06.

13 Bilagor

13.1 Bilaga 1 - Frågor till gårdsbesök

1. Vilken arbetsbredd har ni på Tumen?
2. Vilket märke samt arbetsbredd hade ni på er föregående såmaskin?
3. Hur länge har ni haft Tumen?
4. Hur många hektar har ni sått med Tumen?
5. Vad har ni sått för grödor?
6. Sår ni hos andra? Vad anser beställarna av såtjänsten om maskinkonceptet och resultatet?
7. Var placeras gödningen i förhållande till utsädet?
8. Varierar gödselplaceringen efter billarnas förslitningsgrad?
9. Förändras avståndet mellan gödningen och utsädet beroende på körhastigheten?
10. Vilken körhastighet sår ni med?
11. Kan man se någon skillnad i fält mellan Tumen och er föregående såmaskin/alt. grannars såmaskiner?
12. Syns någon luckighet i fälten?
13. Har avkastningen /ha förändrats sedan Tumen började användas?
14. Har resultatet varierat mellan olika år, vår och höstsådd, olika jordarter, olika grödor?
15. Har utsädesmängden förändrats sedan Tumen införskaffades? Om ja, hur?
16. Vilka utsädesgivor används?
17. Vilken gödselstrategi används?
18. Varför föll valet just på Tume?
19. Har ni förredskap till Tumen? Om ja, vilket?
20. Vilken jordart har ni, stenförekomst, kupering?
21. Vilken bearbetning behövs före sådd? Används vält.
22. Hur effektkrävande är Tumen? Vilken kapacitet har ni?
23. Hur lång tid tar vridprov, påfyllning av utsäde, tömning för sortbyte?
24. Hur upplever ni Tumens teknik? Fördelar? Nackdelar?
25. Vid ett eventuellt byte, vilken såmaskin skulle valet då falla på?

13.2 Bilaga 2 – Plantgradering

Beståndstäthet 2005.05.13

Led \ Block	I	II	III	IV	V	Medel
1a	8	10	10	10+	10+	9,6+
1b	10+	10+	10+	10+	10+	10,0+
2a	4	6	6	6	6	5,6
2b	6	6	8	8	8	7,2
1c	10	8	10	10	10	9,6
2c	10	10	10	10	10	10,0

Färg 2005.05.13

Led \ Block	I	II	III	IV	V	Medel
1a	8	8	8	10	8	8,4
1b	8	8	10	10	10	9,2
2a	6	6	6	8	8	6,8
2b	6	6	6	8	8	6,8
1c	8	6	8	8	8	7,6
2c	6	6	6	8	8	6,8

Spår 2005.05.13

Led \ Block	I	II	III	IV	V	Medel
1a	10	10	8	8	10	9,2
1b	10	10	9	9	10	9,6
2a	10	10	10	8	10	9,6
2b	10	10	9	8	10	9,4
1c	10	10	9	8	10	9,4
2c	10	10	10	10	10	10,0

Bladskador 2005.05.13

Led \ Block	I	II	III	IV	V	Medel
1a	10	10	10	10	10	10,0
1b	10	10	10	10	10	10,0
2a	10	10	10	9	9	9,6
2b	10	10	9	9	9	9,4
1c	10	10	10	10	10	10,0
2c	10	10	10	10	10	10,0

Jämnhet 2005.05.13

Led \ Block	I	II	III	IV	V	Medel
1a	10	10	10	10	10	10,0
1b	10	10	10	10	10	10,0
2a	8	8	8	8	8	8,0
2b	8	8	8	8	8	8,0
1c	10	10	10	10	10	10,0
2c	10	10	10	10	10	10,0

Beståndstäthet 2005.06.14

Led \ Block	I	II	III	IV	V	Medel
1a	10	10	10	10	10	10,0
1b	10+	10+	10+	10+	10+	10,0+
2a	8	8	8	8	8	8,0
2b	9	9	9	9	9	9,0
1c	10	10	10	10	10	10,0
2c	10	10	10	10	10	10,0

Färg 2005.06.14

Led \ Block	I	II	III	IV	V	Medel
1a	10	10	10	10	10	10,0
1b	10	10	10	10	10	10,0
2a	10	10	10	10	10	10,0
2b	10	10	10	10	10	10,0
1c	9	9	9	9	9	9,0
2c	9	9	9	9	9	9,0

Spår 2005.06.14

Led \ Block	I	II	III	IV	V	Medel
1a	9	10	9	9	9	9,2
1b	9	9	8	9	9	8,8
2a	10	9	9	9	8	9,0
2b	9	9	9	9	9	9,0
1c	9	10	9	9	9	9,2
2c	10	10	9	10	9	9,6

Jämnhet 2005.06.14

Led \ Block	I	II	III	IV	V	Medel
1a	9	10	9	9	10	9,4
1b	9	10	9	10	10	9,6
2a	8	8	8	8	8	8,0
2b	8	8	8	8	8	8,0
1c	10	10	10	9	10	9,8
2c	10	9	9	9	10	9,4

13.3 Bilaga 3 - Skörderesultat

13.3.1 Tidigt sått försök R13-4011B

Försöksled	Skörd 15% vh, kg/ha	Skördeökning, kg/ha	Rel-tal	Vattenhalt, %	Avrens, %	Tkv, g	Protein, N % ts	Kärnor >2,5 mm, %
2a Tume 160 kg 100 kg N	6800	0	100	16,3	0,6	44,1	10,9	82,2
2c Tume 160 kg 0 kg N	5070	-1730	75	17,2	0,8	48,8	9,8	95,0
X	5930							
CV%	19,5							
OBS	8							
PROB F1								

13.3.2 Sent sått försök R13-4011

Försöksled	Skörd 15% vh, kg/ha	Skörde- ökning, kg/ha	Rel-tal	Vatten- halt, %	Avrens, %	Tkv, g	Protein, N % ts	Kärnor >2,5 mm, %
1a Väderstad 160 kg 100 kg N	7030	0	100	16,4	0,6	44,9	11,2	86,3
2b Väderstad 200 kg 100 kg N	6900	-130	98	16,0	0,7	40,0	10,9	75,2
2a Tume 160 kg 100 kg N	6460	-560	92	21,0	1,1	54,7	12,3	94,8
2a Tume 200 kg 100 kg N	6550	-470	93	17,1	0,8	46,1	11,2	89,0
1c Väderstad 160 kg 0 kg N	4500	-2530	64	17,2	0,7	45,8	9,3	95,4
2c Tume 160 kg 0 kg N	4470	-2550	64	17,7	0,8	47,3	9,7	94,8
X	5990							
CV%	4,9							
OBS	30							
PROB F1	0,0001							
LSD F1	390							

Anm

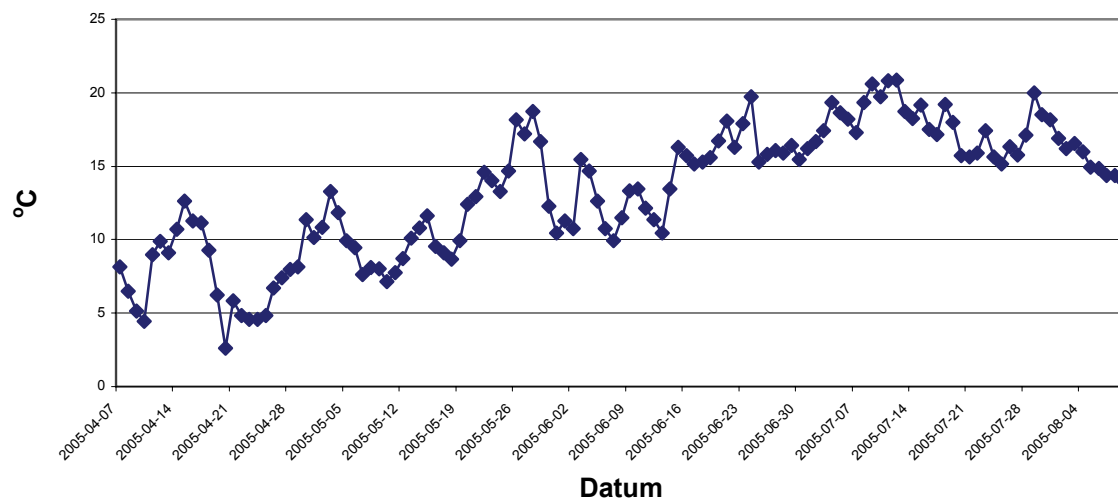
Y : F1 *** A<>E A<>F B<>E B<>F C<>E C<>F D<>E D<>F

Y : F1 ** A<>C

Y : F1 * A<>D B<>C

13.4 Bilaga 4 - Väderdata

Temperatur



Nederbörd

